# Die hydroelektris... Bäder

Albert Eulenburg



62

Die

# hydroelektrischen Bäder.

Kritisch und experimentell

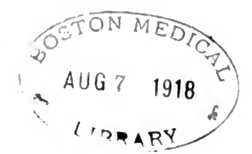
**auf Grund eigener Untersuchungen bearbeitet**

von

PROF. A. EULENBURG
in Berlin.

Mit 12 Holzschnitten und 2 Tafeln.

WIEN UND LEIPZIG.
URBAN & SCHWARZENBERG.
1883.


BOSTON MEDICAL
AUG 7 1918
LIBRARY

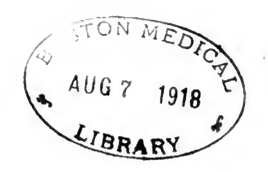
# Inhalt.

---

## Abkürzungen.

L. W = Leitungswiderstand.
N. A. = Nadelablenkung.
M. W. = Milliweber $\left[1 \text{ M. W.} = \frac{1 \text{ (Dan.)}}{1000 \text{ (Ohm)}}\right]$.
K. B. = Kathodenbad.
A. B. = Anodenbad.
H. e. B. = Hydroelektrisches Bad.
S. Z. = Schliessungszuckung.
O. Z. = Oeffnungszuckung.
K. S. Z. = Kathodenschliessungszuckung.
K. S. Te = Kathodenschliessungstetanus.
A. S. Z. = Anodenschliessungszuckung.
K. O. Z. = Kathodenöffnungszuckung.
A. O. Z. = Anodenöffnungszuckung.
K. W. Z. = Kathodenwendungszuckung.
A. W. Z. = Anodenwendungszuckung.
S. E. = Siemens'sche Einheit (1 Siemens'sche Einheit = 0·97 Ohm).
Siem. El. = Siemens'sches Element.
E. M. = Empfindungsminimum.
S. M. = Schmerzminimum.

---




# Vorbemerkungen.

Seit Jahr und Tag habe ich mich, hauptsächlich veranlasst durch die bei Anwendung der „allgemeinen Elektrisation" nach den Principien von Rockwell und Beard gemachten Erfahrungen, experimentell und kritisch mit der Frage der hydroelektrischen Bäder beschäftigt, in welchen ich einen sehr erwünschten und zweckentsprechenden Ersatz für die schwierigen, zeitraubenden und überdies das Erstrebte doch immerhin nur mangelhaft leistenden Proceduren der allgemeinen Faradisation und Galvanisation zu finden hoffte. Diese Hoffnung ist denn auch im Wesentlichen nicht getäuscht worden, und es hat sich dabei noch manches Andere herausgestellt, was für die noch wenig gekannte specielle Technik und Methodik dieser Bäder nicht ohne Interesse ist, und ferner auf die Wirkungsweise derselben am gesunden und kranken Organismus ein erklärendes Licht wirft. Obgleich meine Untersuchungen keineswegs abgeschlossen sind und es der Natur der Sache nach auch kaum sein können, so scheint es mir doch an der Zeit, den Gang und die zusammengefassten Ergebnisse derselben in einer die hydroelektrischen Bäder monographisch behandelnden Darstellung der Oeffentlichkeit zu übergeben; und zwar hauptsächlich aus folgendem Grunde. Es erheben sich auf diesem Gebiete einerseits so viele Schwierigkeiten — andererseits ist die Menge der zur Erledigung drängenden Fragen und der noch auszuführenden Specialuntersuchungen eine so überaus grosse, dass Zeit und Arbeitskräfte eines Einzelnen dafür überhaupt nicht ausreichen; es kann hier wie auf verwandten Gebieten (ich erinnere z. B. an die pneumatischen Kammern) nur durch ein Neben- und Nacheinanderwirken vieler mit der Sache vertrauten und dafür interessirten Kräfte die Aufgabe

nachdrücklich in Angriff genommen und dem erstrebten Ziele zugeführt werden. Hierzu dürften nun die nach und nach in grossen Städten, Badeorten, Wasserheilanstalten u. s. w. entstehenden (wenn auch technisch vielfach recht unvollkommenen) elektrischen Badeeinrichtungen das erforderliche Material und die Gelegenheit darbieten. Was ich wesentlich bezwecke, ist, diesen Untersuchungen von vornherein den richtigen Weg, die richtige Methode anzuweisen, und vor allen Dingen zu verhüten, dass nicht bei dieser therapeutischen Neuschöpfung von oben herab gebaut, d. h. nicht mit der Therapie angefangen, noch weniger natürlich therapeutische Reclame getrieben, sondern die Aufmerksamkeit vielmehr zunächst auf die physikalischen und physiologischen Grundbedingungen der hydroelektrischen Badewirkung in erster Reihe gelenkt werde. Die eben angedeutete Gefahr ist, wie dies den Kennern der medicinischen Tagesereignisse wohl bekannt sein dürfte, bereits eine unverkennbare und ziemlich drohende; sie dürfte, wenn hier nicht bei Zeiten vorgebeugt wird, diesem neuen Gebiete leicht ebenso verhängnissvoll werden, wie sie es der Hydrotherapie, der Heilgymnastik, der Massage und den localisirten Formen der Elektricitäts-Anwendung selbst zu deren und der Heilkunde grossem Nachtheile so lange geworden ist. Ein kurzer historischer Rückblick auf die bisherige Entwickelung des hydroelektrischen Bades wird uns bald überzeugen, wie wenig imaginär die nach dieser Richtung gehegten Befürchtungen sind; es wird sich ferner späterhin ergeben, wie ausserordentlich wenig auf diesem Gebiete trotz vielfacher Anläufe in wissenschaftlichem Sinne Förderliches geleistet wurde, um auch nur die cardinalen Fragen „was ist, was soll und was kann das elektrische Bad?“ einer positiven Lösung näher zu führen. Mögen denn die im Folgenden zusammengestellten Beobachtungen und Untersuchungen einigermassen dazu beitragen, einem, wie ich glaube, bedeutsamen, für gewisse Krankheitsformen vielleicht unentbehrlichen Heilagens, das bei geschickter Benutzung eine wesentliche Bereicherung nicht bloss der elektro-therapeutischen, sondern ebenso der balneo-therapeutischen Methodik zu bilden verspricht, die verdiente Beachtung und weitere Ausbildung in ärztlichen Kreisen zu sichern.

## Historische Uebersicht.

Den Gegenstand der folgenden Untersuchungen und Betrachtungen bildet das hydroelektrische Bad, das elektrische Wasserbad — das wir, je nach der Benutzung faradischer oder galvanischer Ströme, als (elektro)faradisches und (elektro)galvanisches Wasserbad unterscheiden. Gewöhnlich wird, seitdem in der letzten Zeit das Interesse therapeutischer Praktiker sich diesem Gebiete mehr und mehr zugewandt hat, das faradische oder galvanische Bad als „elektrisches Bad" überhaupt und kurzweg bezeichnet. Diese Bezeichnung ist aber einerseits ungenau und unzureichend, andererseits historisch unrichtig. Wie die Anwendung der statischen Elektricität zu Heilzwecken ja überhaupt bedeutend älter ist, als die Kenntniss und therapeutische Verwerthung galvanischer — und vollends faradischer — Ströme: so ist auch die Benutzung der statischen Elektricität in der Form des elektrostatischen Luftbades bereits von erheblich älterem Datum, und wurde dieses letztere in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts und später als „elektrisches Bad" ganz allgemein und ausschliesslich bezeichnet.

Es bedarf zum Beweise dafür keiner umfangreichen Literaturangaben; vielmehr dürften einige Citate aus einem von mir durchgesehenen, inhaltlich übrigens auch sonst recht interessanten Lehrbuche des vorigen Jahrhunderts[1]) — Karl Gottlieb Kühn, Geschichte der medicinischen und physikalischen Elektricität und der neuesten Versuche, die in dieser nützlichen Wissenschaft gemacht worden sind;

[1]) Besonders auch deswegen interessant, weil der Ben Akiba'sche Satz „Alles schon dagewesen" sich hier wieder einmal in vollem Umfange bewahrheitet. Wir finden nämlich, dass man mit den damaligen — nach unseren Begriffen so überaus unvollkommenen — elektro-therapeutischen Methoden so ziemlich Alles dasjenige heilte oder doch zu heilen glaubte, was wir heutzutage heilen oder wohl auch gelegentlich nicht heilen.

zweiter Theil, Leipzig 1785, bei Weygand — für den vorliegenden Zweck vollständig genügen. Als Hauptmethoden der Elektricitätsanwendung in Krankheiten werden nämlich der Funke, das elektrische Bad und die Erschütterung unterschieden. In Betreff des elektrischen Bades, von dem pag. 74—94 ausführlich gehandelt wird, heisst es nun: „Wenn ein Kranker isolirt und mit dem ersten Leiter der Maschine mittelst eines metallenen, glatt polirten Stabes, an dessen Enden zwei Kugeln angebracht sind, wovon die eine den ersten Leiter, die andere den Kranken berührt, in Verbindung gebracht ist, und die Scheibe oder der Cylinder der Maschine herumgedreht wird, so sagt man, dass der auf diese Art elektrisirte Kranke das elektrische Bad benutzt. Dieser Ausdruck gründet sich darauf, weil die auf diese Weise elektrisirte Person mit einer elektrischen Atmosphäre umgeben ist, welche man mit einer Menge Wasser verglichen hat, worin sich ein Mensch, der badet, setzen kann u. s. w. — Wir finden also in dem letzten Satze das Tertium comparationis, welches zu der Bezeichnung „elektrisches Bad" Veranlassung gab, deutlich gekennzeichnet. Bemerkenswerth ist übrigens, dass diese zu Grunde liegende Anschauung über die den Badenden umgebende elektrische Atmosphäre keineswegs allgemein getheilt wurde, und dass wir als den Hauptgegner derselben einen der nachmals berühmtesten und berüchtigtsten Namen der französischen Revolution, Marat, antreffen. Dieser, damals noch nicht Jakobinerchef und Schreckensmann, sondern neben seinem ärztlichen Berufe mit dem Studium wissenschaftlicher Probleme auf dem Gebiete der Elektricitätslehre erfolgreich thätig, leugnete die elektrischen Atmosphären überhaupt, und leitete die Wirkung des elektrischen Bades von einer Vermehrung oder Verminderung der elektrischen Materie bei Kranken, die an einem Mangel oder Ueberschuss an solcher litten, her: im ersteren Falle positives, im letzteren negatives elektrisches Bad („électrisation par simple privation de fluide" nach Marat). — Unter den Wirkungen des elektrischen Bades finden wir u. A. eine Pulsbeschleunigung (um $^1/_6$ der vorherigen Frequenz) aufgeführt, was insofern bemerkenswerth ist, als wir — wie später gezeigt werden wird — im hydroelektrischen Bade constant das entgegengesetzte Verhalten, eine mehr oder minder erhebliche Herabsetzung der normalen oder krankhaft gesteigerten Frequenz, antreffen.

In neuester Zeit haben sowohl S. Th. Stein[2]), wie auch Th. Clemens[3]) in Frankfurt a. M. das elektrostatische Luftbad als therapeutisches Agens wieder zu verwerthen gesucht. Doch ist es hier nicht am Orte, auf diese Bestrebungen, deren Werth und Bedeutung wohl noch weiterer Prüfung und Bestätigung bedürfen, näher einzugehen, da dieselben mit unserem Thema nur in einem losen, durch die Namensgemeinschaft bedingten Zusammenhang stehen.

Wem die Entdeckung oder erste Benutzung des hydroelektrischen Bades, des faradischen und galvanischen Wasser-

[2]) S. Th. Stein, Die allgemeine Elektrisation des menschlichen Körpers, Halle 1882.

[3]) Th. Clemens, Die Elektricität als Heilmittel, Frankfurt a. M. 1882.

bades zuzuschreiben ist, vermag ich aus der vorliegenden Literatur nicht bestimmt zu ersehen. Wenn eine, in einem russischen Fachblatt enthaltene Notiz [4]) richtig ist, würde ein russischer Arzt, A. Kabat, zuerst vor beinahe 40 Jahren elektrische (faradische) Bäder, Douchen und Uebergiessungen bei verschiedenen rheumatischen und Augenleiden, Lähmungen u. s. w. mit grossem Erfolge angewandt haben. Seine in russischer Sprache 1844 zu Petersburg erschienene Schrift: „Versuche über die Anwendung von Galvanomagnetismus unter Beihilfe des Wassers bei der Behandlung von Augen- und einigen anderen Krankheiten“ war mir leider nicht zugänglich; ich muss es daher auch gänzlich dahingestellt lassen, ob es sich bei den Kabat'schen Versuchen etwa nur um elektrische Localbäder (nach Art der später von Weisflog [5]) und Domansky [6]) empfohlenen, oder um Vollbäder handelt, und ob im letzteren Falle wir in Kabat nicht bloss den Urheber des hydroelektrischen Bades, sondern vielleicht auch einen Vorläufer von Rockwell und Beard in Bezug auf die Verwerthung des Princips der allgemeinen Elektrisation zu erblicken haben. — Ein Decennium später finden wir Versuche mit elektrischen (galvanischen) Bädern an einem ganz anderen Orte und zu einem gänzlich abliegenden Zwecke unternommen. Es sind dies die Versuche von Vergnès und Poey [7]) in Havanna, welche sich des „elektrochemischen“ Bades zur Entfernung von giftigen Metallen (Gold, Silber, Quecksilber, Blei) aus dem Organismus bedienten, und angeblich grosse Quantitäten von Quecksilber auf diese Weise zur Abscheidung brachten. Die Versuche wurden bald darauf von Caplin in London und von Meding in Paris mit Erfolg wiederholt, scheinen aber alsdann in Vergessenheit gerathen zu sein — vielleicht mit Unrecht; meine eigenen wenigen Versuche über diesen Gegenstand, sowie auch die in gleicher Richtung

---

[4]) Petersburger medicinische Wochenschrift 1882, Nr. 48, pag. 413.

[5]) Deutsches Archiv f. klin. Med. XVIII, pag. 371; Correspondenzbl. schweiz. Aerzte 1877, pag. 14.

[6]) Przegląd lekarsky. 1879, pag. 9 und 10; vgl. das Referat im Centralbl. f. Nervenheilk. 1880, pag. 131.

[7]) Comptes rendus de l'Académie 1855, Nr. 5, pag. 235; gaz. médicale de Paris 1855, Nr. 16 — referirt bei M. Meyer, die Elektricität in ihrer Anwendung auf die praktische Medicin, 3. Auflage 1868, pag. 414; 4. Auflage 1883, pag. 697.

sich bewegenden über die Aufnahme medicamentöser oder toxischer Substanzen in den Organismus mit Hilfe des galvanischen Bades haben mir allerdings positiv überzeugende Resultate bisher nicht geliefert. Jedoch ist die Möglichkeit kaum in Abrede zu stellen, und dürfte sich die Sache namentlich mit Rücksicht auf die in den Badeorten so häufig behandelten Fälle von chronischem Mercurialismus und Saturnismus zu einer eingehenderen experimentellen Bearbeitung in hohem Grade empfehlen.

Neben anderweitigen Methoden der localen Elektrisation gingen gelegentlich auch die Versuche einher, einzelnen Körpertheilen, z. B. erkrankten Gelenken, den elektrischen Strom durch ein örtliches, laues oder warmes Wasserbad local zuzuleiten. Aber erst die von Rockwell und Beard seit 1867 und noch mehr in ihrem bekannten Werke[8]) (1871) empfohlene und für die Behandlung gewisser Krankheitszustände zum Princip erhobene Methode der allgemeinen Elektrisation vermochte auch den Gedanken zu erwecken — oder wieder zu erwecken —, den ganzen Körper einer Elektrisation im lauen oder warmen Wasserbade zu unterwerfen, und so die Elektricitätswirkung mit der gleichzeitig angestrebten thermalen Badewirkung zu combiniren. Séré[9]) beschrieb, wie es scheint auf Grund einer Idee von Potin, eine Einrichtung zum elektrischen Bade, mittelst Verbindung einer Cementbadewanne mit einem Inductionsapparat, von welcher er sich grosse Wirkungen versprach und von welcher bald darauf auch Bouillon-Lagrange[10]) namentlich bei veralteten chronischen Gelenkrheumatismen sehr günstige Heilerfolge constatirte. Zwar bezweifelten Onimus und Legros[11]) aus theoretischem Bedenken die Nützlichkeit und Wirksamkeit der elektrischen Bäder, in welchen sie nur „eine neue Art von Bädern, aber keine neue Art der Elektricitäts-Anwendung“ erblicken zu können erklärten. Indessen blieben die einmal gegebenen Anregungen doch nicht fruchtlos, sondern führten nach und nach an verschiedenen

[8]) A practical treatise on the medical and surgical uses of electricity including local and general electrization. Vgl. auch die Abhandlungen in New-York med. record 1867.

[9]) Séré, comptes rendus de l'Académie. LXII, pag. 453.

[10]) Bouillon-Lagrange, du bain hydroélectrique, thèse, Paris 1868.

[11]) Onimus und Legros, traité d'électricité médicale, Paris 1872.

Orten zur Einrichtung hydroelektrischer Bäder und zu praktisch-therapeutischen Versuchen, hinsichtlich deren man freilich bedauern muss, dass dabei nur zu oft die rohe Empirie oder noch schlimmer die gewinn- und reclamesüchtige Speculation an Stelle vorurtheilsfreier, wissenschaftlicher Prüfung eintraten. — Verschiedene derartige Einrichtungen scheinen ziemlich frühzeitig in England, besonders an der Südküste, und in Verbindung mit einzelnen Badeanstalten oder hydrotherapeutischen Anstalten entstanden zu sein; so z. B. in Brighton, Beer Rhydding (Yorkshire), Tunbridge Wells, wo dieselben jetzt noch bestehen, sich aber — wohl aus dem eben angedeuteten Grunde — nur verhältnissmässig geringer Beachtung und Achtung von ärztlicher Seite erfreuen. Eines der ersten hydroelektrischen Bäder auf dem europäischen Continente wurde in etwas vollkommenerem Stile, in Wien eingerichtet, und zwar auf Veranlassung des kürzlich verstorbenen F. Fieber[12]) durch Dr. von Heinrich, im Gebäude des „römischen Bades". Nach diesem Muster wurde u. A. vor einigen Jahren das elektrische Bad in dem unter Leitung des Hofrath Dr. Heiligenthal stehenden neuen „Friedrichsbade" in Baden-Baden geschaffen. Aehnliche Einrichtungen wurden im Laufe der letzten Jahre mehr und mehr in verschiedenen grossen Städten und Badeorten Frankreichs, Belgiens, Deutschlands u. s. w. seitens einzelner Hôtels, Wasserheilanstalten u. s. w. getroffen. Nach Allem jedoch, was ich davon gehört und selbst gesehen, muss die Einrichtung und Verwerthung dieser elektrischen Bäder noch zum grossen Theil als eine ziemlich willkürliche, mangelhafte oder hier und da selbst geradezu verfehlte bezeichnet werden; und es kann dies auch gar nicht anders erwartet werden, da in der That noch Niemand sich die Mühe gegeben zu haben scheint, die dafür massgebenden Principien, insbesondere die in Betracht kommenden physikalischen und physiologischen Verhältnisse einer detaillirten Erörterung und zusammenhängenden experimentellen Bearbeitung zu unterziehen. Ausserdem musste die elektrischen Bäder noch das Unglück treffen, wenigstens in den Augen der ärztlichen Kreise und des denkenden Theiles des Publicums, schwer geschädigt

[12]) Vgl. F. Fieber, Das elektrische Bad in Wien. Separat-Abdruck aus der österreichischen Badezeitung. Wien 1874.

zu werden durch den in den letzten Jahren unter dem Namen des „System Barda“ in Scene gesetzten colossalen Humbug, auf den es mir widerstrebt, hier näher einzugehen; wer sich darüber unterrichten will oder muss, dürfte u. A. in der kleinen, im Anschluss an den vorjährigen Bäder-Congress erschienenen Publication des Dr. von Renz in Wildbad das geeignete Material zur Beurtheilung jenes „Systems“ und seines Namensgebers [15]) finden. — Die namentlich in den letzten Jahren über Technik und therapeutische Verwerthung der hydroelektrischen Bäder gesammelten, übrigens noch ziemlich spärlichen Erfahrungen, die Mittheilungen darüber von Chapot-Duvert, Barth, Schweig, F. Fieber, Domansky, Weisflog, Paul, Drosdof und Ischewsky, Stein u. A. werden später unter den betreffenden Specialabschnitten aufgeführt werden.

## Allgemeine Verhältnisse der Stromstärke, Stromvertheilung und Stromdichtigkeit im hydroelektrischen Bade.

Um über die Stromstärke und Stromvertheilung im hydroelektrischen Bade, sowie über die zweckmässigste Anordnung des letzteren ein wenigstens annäherndes Urtheil zu ermöglichen, schien es vor allen Dingen nothwendig, Versuche über den Leitungswiderstand der Badeflüssigkeit, sowie ferner über den Leitungswiderstand des menschlichen Körpers (innerhalb und ausserhalb des Bades) vorauszuschicken, — worüber es an irgendwie brauchbaren Bestimmungen beinahe noch vollständig mangelt.

Diese Bestimmungen wurden, mit freundlicher Unterstützung des Herrn Hirschmann jun., mittelst eines Siemens-schen Universal-Galvanometers nach dem Princip der Wheatstone'schen Brücke von grosser Empfindlichkeit

[15]) Zur Charakteristik beider mag der Umstand genügen, dass Herr Barda nach dem gleichen „System“ (an dem übrigens weder in Idee noch Ausführung irgend etwas Originelles ist) auch elektrische Bäder für Pferde unter der Bezeichnung „Regenerateur“ eingerichtet hat und dieselben den Pferdebesitzern des Civil- und Militärstandes angelegentlich anpreist. — Dass übrigens das Beispiel Barda's bereits Nachfolger gefunden hat, mag die Ankündigung eines wilden Berliner Heilkünstlers beweisen, worin das elektrische Bad als „neueste Erfindung auf dem Gebiete der Heilkunde gegen Nervenleiden, Gicht, Rheumatismus, Muskel- und Drüsengeschwüre, wie jede Blutstockung und Lähmung, Hämorrhoiden“ u. s. w. glorificirt wird.

gemacht, welches (durch Einstellung des Schiebers auf der Scala des Instruments und Vergleich der ermittelten Scalentheile mit den correspondirenden Widerstandswerthen) Widerstände von $^1/_{10}$ bis zu 59.000 S. E. sehr bequem und rasch abzumessen gestattet.

Der Leitungswiderstand der Badeflüssigkeit stellte sich hiebei als verschieden heraus je nach dem Material des benutzten Gefässes (Metall- oder Holzwanne); ferner aber auch je nach der Beschaffenheit der Flüssigkeit selbst (reines Wasser oder Wasser mit Säurezusatz) und nach der Grösse und Entfernung der den Strom zuleitenden Elektroden. Den bei Weitem grössten Einfluss hatte das Material des benutzten Gefässes. Wurde eine Metallwanne (Zinkwanne) angewandt, so konnte — auch wenn die Wanne selbst den einen Zuleitungspol bildete und der andere in Form einer grossen Zinkplatte in die Badeflüssigkeit eintauchte — die Entstehung von galvanischen Strömen zwischen dem Metall der Wanne und der Zinkplatte, und von Polarisationsströmen niemals vollständig ausgeschlossen werden, wodurch die Bestimmungen allerdings an Zuverlässigkeit einbüssten. Doch ergaben dieselben andererseits bei wiederholter Vornahme im Ganzen so völlig übereinstimmende Resultate, dass dieselben als für die praktische Nutzanwendung jedenfalls genügend angesehen werden können. Der Leitungswiderstand des Bades ist nämlich unter diesen Umständen ein ausserordentlich geringer. Er beträgt bei einer Erwärmung des Bades auf 35—38° C. und bei Verwendung von Wasser ohne Zusätze, nur ungefähr 30—40 (29—39$^1/_2$) S. E., bei einer Gesammtmenge der Flüssigkeit von 375 Liter. Wurde durch Zusatz von 200 Gramm roher Salpetersäure die Leitungsfähigkeit der Badeflüssigkeit gesteigert, so sank der Widerstand derselben sogar unter sonst gleichen Verhältnissen bis auf 8 S. E. — Wurde dagegen eine Holzwanne benutzt und man liess am Kopf- und Fussende derselben die Elektroden in Form zweier aus gleichem Metall bestehender, relativ kleiner Zink- oder Messingplatten in die Flüssigkeit eintauchen, so dass dieselben $1^1/_3$ Meter von einander entfernt waren, so war der Leitungswiderstand unter allen Umständen viel grösser als in der Metallwanne; derselbe schwankte bei verschiedenen Versuchen, hauptsächlich nach

der Grösse der zuleitenden Elektrodenplatten, zwischen 362 und 417 S. E.; er sank bei Annäherung der Elektroden an einander und betrug z. B. bei einem Abstande derselben von 15 Cm. nur 279 bis 330 S. E. — Aus diesen Versuchen geht, beiläufig gesagt, u. A. schon hervor, dass für elektrische Bäder von bestimmter Art — dipolare Bäder — Wannen aus Nichtleitern (Holz u. s. w.) vor Metallwannen entschieden den Vorzug verdienen, weil in ersteren der Widerstand der Badeflüssigkeit im Verhältniss zu dem des menschlichen Körpers immerhin ein so ansehnlicher wird, dass er das Hindurchgehen weit beträchtlicherer Stromzweige durch den Körper gestattet, als dies bei dem äusserst geringen Leitungswiderstande der Flüssigkeit in der Metallwanne der Fall ist. Andererseits freilich ist wegen des geringeren äusseren Widerstandes auch die absolute Stromstärke in der Metallwanne eine grössere als in der Holzwanne; welches Moment jedoch in seiner Wirkung auf den eingetauchten Körper durch das vorige weitaus übercompensirt wird.

Um für den Leitungswiderstand des Körpers, sowohl für den Gesammtwiderstand desselben, wie auch speciell für das wechselnde Leitungsvermögen der trockenen und der durchfeuchteten Haut wenigstens einige Anhaltspunkte zu erlangen, wurden mehrere Reihen von Versuchen angestellt. Zunächst bestimmten wir an ausgeschnittenen, mit dem Panniculus verbundenen Hautstücken (aus dem Oberarm menschlicher Leichen) den Widerstand bei Anlegung trockener und feuchter Elektroden. Wurde ein Hautstück von 10 Cm. Länge, 4 Cm. Breite, ca. 1 Cm. Dicke mit der unteren Seite auf eine unangefeuchtete Metallplatte gelegt, während die obere Seite mit einer gleichfalls unangefeuchteten Metallelektrode von 1 Zoll Oberfläche berührt wurde, so ergab dasselbe einen Widerstand von 4450 S. E.; bei Verwendung eines glatt abgeschnittenen Metallpinsels mit sehr dichten Fäden an Stelle der oberen Elektrode einen Widerstand von 3960 S. E. — Wurden dagegen angefeuchtete Elektroden von der Lage und Grösse wie im ersten Versuche angewandt, so sank der Widerstand alsbald auf 935—1097 S. E. (bei fortgesetzter Einwirkung und dadurch bedingter Maceration nach 5 Minuten sogar bis auf 282 S. E.). — Am lebenden Körper stellen sich die Verhältnisse, was den resultirenden

Gesammtwiderstand betrifft, bei der gewöhnlich geübten percutanen Galvanisation natürlich weit ungünstiger. Wurden beide Elektroden (zollgrosse Messingplatten) auf die Oberarme aufgesetzt, so betrug der Widerstand bei trockenen Elektroden 20.000 und mehr; vom Handteller zum Handrücken in gleicher Weise gemessen 28.000 und mehr S. E. — An mir selbst erhielt ich mit trockenen Elektroden in beiden Volae manus 19.960, mit durchfeuchteten Elektroden immer noch 10.110—11.000, und ähnlich auch an beiden Supraclaviculargegenden 12.040 S. E., während eine andere Versuchsperson hier 14.000 zeigte. Liess ich beide Hände möglichst tief in zwei mit warmem Wasser gefüllte, 22 Cm. hohe Elementengläser eintauchen, auf deren Boden sich die Batteriepole in Form zollgrosser Messingplatten befanden, so betrug der Gesammtwiderstand 3920 S. E., — an zwei anderen Versuchspersonen, bei übrigens gleicher Anordnung, 2846, resp. 2261 S. E. — Das bei mir selbst erhaltene Resultat stimmt sehr genau überein mit dem, welches Möbius[14]) nach der von Böttcher angegebenen Methode und mit dessen Galvanometer an sich selbst erhielt; der Widerstand seines Körpers von Handfläche zu Handfläche gemessen betrug danach 3600 S. E. — Beiläufig gesagt fand ich, was zur Ergänzung der obigen Versuche über den Flüssigkeitswiderstand dienen möge, der Widerstand der Wasserchicht in einem Glase von obiger Höhe beim Eintauchen beider Elektroden in dasselbe Glas und maximaler Entfernung derselben von einander = 596, bei Annäherung der beiden stromzuleitenden Metallplatten bis auf 3 Cm. Entfernung = 364 S. E.

Können wir nach diesen Versuchen den Gesammtwiderstand des Körpers bei den gewöhnlichen percutanen Galvanisationsmethoden, mit angefeuchteten Metallelektroden von mittlerem Durchmesser, als ungefähr zwischen 10.000 und 14.000 (und darüber) liegend, verhältnissmässig also in jedem Falle sehr hoch bezeichnen — so ist selbstverständlich im gewöhnlichen indifferent-warmen Bade, somit also auch im hydroelektrischen Bade ein sehr viel geringerer Gesammtwiderstand des Körpers schon von vornherein anzunehmen. Die Erfahrung bestätigt dies auch;

[14]) Möbius, Ueber die Empfindlichkeit der Haut gegen elektrische Reize. Centralblatt für Nervenheilk. etc. 1883. Nr. 2.

wurde z. B. einer Versuchsperson ausserhalb des Bades die den negativen Pol zuleitende Zinkplatte angefeuchtet an beide Fusssohlen gelegt, die den positiven Pol zuleitende mit feuchter Leinwand umwickelte Metallrolle dagegen mit beiden Händen umfasst, so betrug der Widerstand 14.000 S. E. Wurde die Person nun in's galvanische Bad (Kathodenbad) gesetzt, der Zinkpol am Fussende der Wanne versenkt, der Kupferpol aber wie vorher ausserhalb des Bades mit den Händen umfasst: so betrug der Widerstand im Anfange des Bades nunmehr nur noch 1000 S. E. — Derselbe stieg aber (wie dies auch in anderen Fällen sich zeigte) während des einstündigen Bades allmälig bis auf 1727 S. E. In einem zweiten Falle betrug der Widerstand im Anfange des Bades 1097, nach $^1/_2$stündiger Dauer 2033; in einem dritten stieg derselbe von 1162 in $^3/_4$stündiger Dauer des Bades auf 2329. — Von dem letzteren Umstande vorläufig abgesehen, können wir demnach den Widerstand des Körpers bei derjenigen Anordnung, wobei nur der eine Pol sich im Bade, der andere dagegen ausserhalb des letzteren, in unmittelbarer Berührung mit dem Körper befindet, ungefähr auf 1000 S. E. normiren. — In Verbindung mit den obigen Resultaten, wonach der Gesammtwiderstand der Wasserschicht (in einer Holzwanne) auf durchschnittlich etwa 300—400 S. E. zu beziffern ist, würden wir hieraus auch wenigstens gewisse Anhaltspunkte, für die beim Eintauchen beider Pole in's Bad dem Körper zufliessenden Stromzweige gewinnen; wir dürften annehmen, dass bei letzterer Anordnung im günstigsten Falle etwa ein Drittel bis ein Viertel des Gesammtstromes (übrigens sehr verschieden je nach Lage, Grösse, Abstand der Elektroden, weil hiermit, wie wir gesehen haben, auch der Gesammtwiderstand der interponirten Wasserschicht wechselt) durch den als Nebenschliessung eingeschalteten Körper des Badenden hindurchgeht.

Es ergibt sich aus diesen Versuchen übrigens zugleich, dass, wofern es auf die relative Stärke des den Körper durchsetzenden Stromes ankommt, die erstere Anordnung, wobei nur eine Elektrode sich im Bade befindet (Anoden oder Kathodenbad), der letzteren, mit beiden

Elektroden im Wasser, weit vorzuziehen sein wird, da im ersteren Falle die gesammte Strommenge, im letzteren Falle nur ein aliquoter, dem Widerstande umgekehrt proportionaler Theil derselben durch den Körper hindurchgeht.

Anders verhält es sich dagegen in Bezug auf die absolute Stärke des Gesammtstromes; diese wird ceteris paribus, d. h. bei gleicher Zahl und Beschaffenheit der stromliefernden Elemente etc. (gleicher elektromotorischer Kraft) nach der Ohm'schen Formel den Widerständen umgekehrt proportional sein. Da nun letztere bedeutend stärker, wenn durch Application der zweiten Elektrode auf einen ausserhalb des Bades befindlichen Körpertheil der Körper des Badenden selbst die einzige und unverzweigte Leitung bildet, als wenn derselbe nur eine im Bade befindliche ungünstigere Nebenschliessung darstellt, so muss in jenem Falle die absolute Stromstärke geringer sein als in diesem. Dies wird denn auch durch sehr einfache Versuche bestätigt, indem man nämlich beim Eintauchen beider Pole in die Badeflüssigkeit stets erheblich grössere Nadelausschläge am Galvanoskop (und diesen entsprechende Werthe der absoluten Stromstärke) erhält als beim Eintauchen nur eines Poles und Schliessung der Kette ausserhalb des Bades.

Beispiele: 1. Es wurde ein Erb'sches Galvanoskop mit 150 L. W. benutzt; Nadelablenkung nach rechts; die absolute Stromstärke durch Vergleich mit einem Hirschmann'schen Einheits-Galvanometer gemessen.

| Elementen-zahl | Eintauchen eines Poles | | Eintauchen beider Pole | |
|---|---|---|---|---|
| | Nadel-Abl. | Absolute Strom-stärke in Milliwebern | Nadel-Abl. | Absolute Strom-stärke in Milliwebern |
| 2 | 2° | 1 | 5° | 2½ |
| 4 | 5° | 2½ | 14° | 6½ |
| 6 | 8° | 3½ | 17° | |
| 8 | 12° | 5½ | 18° | |
| 10 | 14° | 6½ | 20° | |
| 12 | 16° | | 21° | |
| 14 | 20° | | 24° | |
| 16 | 23° | | 26° | |
| 18 | 25° | | 29° | |
| 20 | 26° | | 31° | |
| u. s. w. | | | | |

2. Versuch an einer menschlichen Leiche. Holzwanne, Galvanoskop mit 100 L. W.; Nadelablenkung nach rechts; beim Eintauchen eines Poles in's Bad Schliessung ausserhalb entweder auf der Stirn oder im Nacken.

| Elementenzahl | Nadel-Abl. beim Eintauchen eines Poles, Schliessung im Nacken | Nadel-Abl. beim Eintauchen eines Poles, Schliessung auf der Stirn | Nadel-Abl. beim Eintauchen beider Pole |
|---|---|---|---|
| 1 | 13° | 16° | 25° |
| 2 | 14° | 20° | 28° |
| 10 | 21° | 26° | 33° |
| 20 | 28° | 29° | 34° |
| u. s. w. | | | |

Weit schwieriger als diese verhältnissmässig einfachen Bestimmungen des Leitungswiderstandes und der absoluten Stormstärke sind die, für die praktische Balneo-Elektrotherapie mindestens ebenso wichtigen Fragen der Stromvertheilung und der relativen Stromdichtigkeit im hydroelektrischen Bade. Für die specielle Badetechnik, die Methoden der localen Stromapplication im hydroelektrischen Bade u. s. w., sowie für das Verständniss der Wirkungen des elektrischen Bades überhaupt sind ja diese Punkte offenbar von fundamentaler Bedeutung. Leider aber ist die Entscheidung derselben eine äusserst schwierige, und mir wenigstens ist es trotz vielfacher darauf gerichteter Versuche an lebenden Menschen und Thieren, sowie auch an menschlichen Leichen nicht gelungen, Anhaltspunkte für eine exacte Beurtheilung der Stromvertheilung im Körper und der Stromdichtigkeit in den einzelnen durchflossenen Körperprovinzen zu gewinnen. Wir bleiben hier vielmehr zunächst auf gewisse mehr oder minder vage Abschätzungen und daraus resultirende allgemeine Vorstellungen angewiesen, die uns wenigstens für die hauptsächlich in Betracht kommenden balneotechnischen Methoden einige approximative Schlüsse zu ziehen gestatten.

Von den ohne positives Ergebniss ausgeführten Versuchen an Leichen, an lebenden Thieren und Menschen, will ich im Folgenden nur eine kurze Uebersicht geben.

Der Zweck der an menschlichen Leichen und an lebenden warmblütigen Thieren (Kaninchen) angestellten Versuche war der, durch Einstechen von Nadeln in einzelne Körpertheile und Verbindung derselben mit einem Galvanometer zu ermitteln, ob etwa messbare Stromschleifen in den Ableitungsbogen vorhanden seien, und eventuell ob dieselben eine bestimmte, von der Stellung der Hauptelektroden abhängige

Richtung haben, resp. dieselbe bei der Commutation des Hauptstromes verändern?

Die Leichen (ganz frische, wenige Stunden alte Kindesleichen aus dem Stadt-Krankenhause Moabit, welche mir durch freundliche Bewilligung des Directors Dr. P. Guttmann zur Verfügung standen) wurden in aufrecht sitzender Stellung in einer für diesen Zweck angefertigten passenden Holzbadewanne placirt, und entweder beide Elektroden in Form grosser Zinkplatten in verschiedenen Abständen von einander eingesenkt, — oder nur die eine Platte versenkt, mit der anderen dagegen ausserhalb des Bades auf dem Körper (Sternalgegend, Stirn, Nacken u. s. w.) geschlossen. Eine stationäre Batterie von 40 Elementen (Hirschmann) wurde benutzt. Die ableitenden Nadeln, bis in die Nähe der Spitze mit Schellack isolirt, wurden mit einem sehr empfindlichen abstufbaren Galvanometer in Verbindung gebracht, und in die verschiedensten Körpertheile der Leiche, sowohl innerhalb wie ausserhalb des Bades (Oberschenkel, Bauch- und Brusthöhle, Zunge, Bulbi, Fontanelle u. s. w.) 1—2½ Cm. tief eingestochen. Die Stärke des Hauptstromes, durch Nadelablenkung an einem zweiten Galvanoskop und Vergleich mit einem Hirschmann'schen Einheitsgalvanometer gemessen, betrug bis über 30 Milliweber. Trotz dieser ansehnlichen Stärke des Gesammtstromes gelang es jedoch niemals, auch nur den geringsten sichtlichen Nadelausschlag in den Ableitungsbogen zu erhalten, ganz gleich welche Anordnung für das Bad, die Lage der Hauptelektroden und der ableitenden Zweigschliessung u. s. w. gewählt wurde. Hieraus musste jedenfalls geschlossen werden, dass, wofern überhaupt eine Ableitung der Stromzweige auf diesem Wege möglich ist, die letzteren doch zu schwach sind, um selbst durch empfindliche Galvanometer der gewöhnlichen Art nachgewiesen zu werden. Die Anwendung complicirterer Vorrichtungen (Tangentenboussole mit Fernrohrablesung, wie sie v. Ziemssen[15]) bei analogen Versuchen benutzte) war leider bei diesen im Leichenhause des Moabiter Krankenhauses vorgenommenen Versuchen aus örtlichen Gründen unmöglich.

Die in ganz gleicher Weise angestellten Versuche an (lebenden) Kaninchen hatten dasselbe rein negative Ergebniss.

Da an lebenden Menschen das Einstechen isolirter Nadeln zur Ableitung des Stromes selbstverständlich unthunlich war, so versuchte ich durch folgendes Verfahren hier zum Ziele zu kommen. Es wurden auf den zur Ableitung bestimmten Körpertheilen zwei vollkommen isolirte und wasserdicht schliessende Gefässe aufgesetzt und mittelst übergreifender, ebenfalls wasserdicht anliegender Gummibinden genau befestigt. Die Isolirungsgefässe bestanden aus 13 Cm. langen Glasröhren von 3 Cm. Durchmesser, an deren Boden ein hohler Gummiring angekittet war, und durch deren Lumen ein mit den ableitenden Drahtenden verbundener dicker Metallstab oder eine mit dickem, knopfförmigen Ende versehene Metall-Elektrode hindurchging. Die Drähte des Ableitungsbogens waren mit einem empfindlichen abstufbaren Galvanometer verbunden; die Stärke des Hauptstromes, einer Hirschmann'schen stationären Batterie von 50 Elementen, betrug in einigen Fällen bis zu 40 Milliweber. Trotz dieser sehr bedeutenden Stromstärke und obgleich der Apparat übrigens durchaus wasserdicht

[15]) v. Ziemssen, die Elektricität in der Medicin, 4. Auflage 1872, pag. 30 ff.

anlag und bequem und gut functionirte, konnten doch messbare Stromschleifen auf diese Weise niemals abgeleitet werden, mochte man die Isolirungsgefässe wo und wie immer befestigen (in der Regel geschah dies auf beide Oberschenkel, also bei ziemlich grosser Spannweite der Fusspunkte des ableitenden Bogens, was bekanntlich für die Intensität der abzuleitenden Zweigströme von wesentlichem Einflusse ist). — Auch hier war demnach das Resultat dasselbe negative wie bei den Leichenversuchen; doch zweifle ich nicht, dass es bei Verbesserung der Versuchsmethodik und Anwendung eines vollkommeneren Instrumentenapparates, als er mir bei diesen Versuchen zu Gebote stand, möglich sein wird, wenigstens an der Leiche zu positiven Ergebnissen zu kommen.

Es liegt auf der Hand, dass nach allgemeinen physikalischen Gesetzen die Stromvertheilung innerhalb des Körpers und die Stromdichtigkeit in den einzelnen Körperprovinzen sich im hydroelektrischen Bade äusserst verschieden gestalten müssen, je nach der speciellen Anordnung des Bades (Eintauchen beider Elektroden, oder nur einer mit Schliessung auf den Körper ausserhalb des Bades; Grösse, Form, Abstand der zuleitenden Elektroden u. s. w.). Diese Verhältnisse werden sich besser im Anschlusse an die allgemeine Methodik und Technik, sowie an die specielle Badetechnik und die Methode der localen oder allgemeinen Elektrisation im Bade in den späteren Abschnitten erörtern lassen.

Dagegen sei hier noch auf zwei Thatsachen aufmerksam gemacht, die zum Theil schon in dem Vorhergehenden andeutungsweise Erwähnung gefunden haben: nämlich die bei gewissen Anordnungen des hydroelektrischen Bades mehr oder weniger hervortretende Abschwächung der Stromstärke durch galvanische Nebenströme und Polarisation und die allmälige Erhöhung des Körperwiderstandes im galvanischen Bade. — Was den ersteren Punkt betrifft, so entstehen natürlich galvanische Ströme sofort, wenn man Metallwannen (Zinkwanne) benutzt und in die Badeflüssigkeit die mit dem einen Batteriepol in Verbindung stehende zuleitende Metallplatte (Zink- oder Kupferplatte) einsenkt. Diese Ströme können unter Umständen so stark werden, dass sie schon an den gewöhnlichen Vertical-Galvanometern unserer constanten Batterien, bevor noch der Hauptstrom geschlossen oder nachdem derselbe bereits wieder geöffnet worden ist, merkliche Nadelablenkungen hervorrufen und unterhalten; sie kommen natürlich noch viel leichter zu Stande, wenn man beide in Metallplatten auslaufende Batteriepole in die Badeflüssigkeit eintauchen lässt, oder wenn man die letztere (z. B. durch Zusatz

von Schwefelsäure oder Salpetersäure) in einen besseren Elektrolyten umwandelt.

Zum wesentlichen Theile kann man diesen Uebelstand allerdings vermeiden, indem man die Benützung von Metallwannen ganz ausschliesst, oder, wofern letztere zur Anwendung kommen müssen, das Metall der Wanne selbst den einen Zuleitungspol bilden lässt, während mit dem anderen ausserhalb des Bades auf dem Körper geschlossen wird. Allein selbst bei letzterer Anordnung entstehen, wie ich mich überzeugt habe, noch Ströme zwischen der Metallwanne, dem eingetauchten Körper und der Flüssigkeit, die allerdings so schwach sind, dass sie nicht mehr durch die gewöhnlichen Galvanoskope, wohl aber z. B. noch durch die horizontal schwingende Nadel eines Siemens'schen Universal-Galvanometers zur Anzeige gebracht werden. Man entgeht daher diesem Uebelstande auch nicht gänzlich, wenn man an Stelle der Metallwannen solche aus Nichtleitern (Holz u. s. w.) anwendet; auch dann können beim Eintauchen einer grossen Metallplatte zwischen dieser, dem Körper und der Badeflüssigkeit Ströme entstehen, welche allerdings eine in Betracht kommende praktische Bedeutung wohl schwerlich besitzen. Was die Polarisation betrifft, so muss diese im dipolaren hydroelektrischen Bade im Allgemeinen sich stärker geltend machen, als im monopolaren, da ja die Polarisation bekanntlich mit der Stärke und Dichtigkeit des polarisirenden Stromes wächst; ferner kann dabei zur allmäligen Vergrösserung der inneren Widerstände auch der sogenannte Uebergangswiderstand, an der Grenze der Flüssigkeit und der in dieselbe eintauchenden Metalle, in einzelnen Fällen mit in Betracht kommen. Jedenfalls also ist es den eben erwähnten galvanischen Nebenströmen und dem Einflusse der Polarisation etc. mit zuzuschreiben, dass in manchen Fällen die Stromstärke während der Dauer des (galvanischen) hydroelektrischen Bades eine merkliche, durch Abnahme der galvanoskopischen Nadelablenkung constatirbare Abschwächung erleidet. Diese Abnahme ist nach Intensität und Dauer sehr verschieden, sie ist auch keine continuirlich wachsende, sondern gewöhnlich in der ersten Zeit des Bades verhältnissmässig am grössten und progressivsten, während später ein Stationärbleiben oder sogar wieder eine geringe Zunahme der Stromstärke eintreten kann.

— Um sich übrigens hier vor Täuschungen durch die Art der Anlagerung der zweiten, ausserhalb des Bades befindlichen Elektrode zu sichern, empfiehlt es sich, den Versuch in der Weise zu machen, dass man diese Elektrode in ein grosses, mit warmem Wasser gefülltes Glas- oder Porcellangefäss versenkt, in welches beide Hände der Versuchsperson fortdauernd hineingehalten werden. Es werden hierdurch Irrthümer in Folge von mehr oder minder festem Andrücken der zweiten Elektrode, wechselnder Grösse der Berührungsflächen u. s. w. thunlichst vermieden.

Unter diesen Umständen erhielt ich z. B. beim Baden in einer Metallwanne, welche selbst den einen Zuleitungspol bildete, und bei Ansäuern der Badeflüssigkeit mit ca. 200·0 Acidum nitricum crudum folgende Resultate:

Strom von 24 Elementen.

Nadelablenkung im Beginne des Bades 35° (= einer Stromstärke von 5 MW.)
" nach 5 Minuten 34°
" " 10 " 30°
" " 20 " 28°
" " 30 " 28°
" " 40 " 28—29°.

In einem zweiten Versuche ohne Ansäuerung der Badeflüssigkeit sank die Nadelablenkung nur von 39° im Anfange des Bades bis auf 36° nach 20 Minuten und blieb dann während der zweiten Hälfte des Bades ohne weitere Veränderung.

Es ist jedenfalls wichtig, diesen Verhältnissen Rechnung zu tragen, wenn man während der ganzen Badedauer einen galvanischen Strom von möglichst gleichmässiger Stärke zur Anwendung bringen will; man muss alsdann durch die geeigneten Mittel, Einschaltung einer grösseren Elementenzahl, eventuell Vergrösserung der Rheostalwiderstände in der Nebenschliessung u. s. w. die Nadelablenkung wieder auf die ursprüngliche Höhe erheben und auf dieser fortdauernd erhalten. Es kann nothwendig werden, für diesen Zweck die Elementenzahl unter Umständen um 4, 6 oder selbst 8 Elemente allmälig zu steigern. — Wie weit bei diesem Verhalten auch das zweite oben hervorgehobene Moment, nämlich die allmälige Zunahme des Körperwiderstandes im galvanischen Bade, eine mitwirkende Rolle spielt, entzieht sich für den Augenblick noch einer sicheren Beurtheilung. Wie wir gesehen haben, kann diese Vermehrung des Körperwiderstandes im galvanischen Bade eine sehr bedeutende werden, selbst bis auf das Doppelte der ursprünglichen Höhe (z. B. in einem der oben citirten Fälle von 1162 S. E. in 45 Minuten auf 2329). Die Lagerungsverhältnisse

der zweiten, ausserhalb des Bades befindlichen Elektrode sind bis zu einem gewissen Grade dabei von Einfluss; gestaltet man diese Verhältnisse möglichst günstig, wie z. B. in der vorher beschriebenen Weise durch Versenken der zweiten Elektrode und Eintauchen beider Hände in ein mit warmem Wasser gefülltes Gefäss, so kann man sowohl die für den initialen Körperwiderstand, wie auch die für die Widerstandsdifferenzen zwischen Anfang und Ende des Bades erhaltenen Werthe am Universal-Galvanometer erheblieh herabsetzen. — Auf die speciellen Veränderungen des galvanischen Leitungswiderstandes an den verschiedenen Hautstellen, im faradischen sowohl wie im galvanischen Bade, werden wir an einem anderen Orte, im Zusammenhange mit den durch das hydroelektrische Bad bewirkten Alterationen der Hautsensibilität, einzugehen Veranlassung haben.

## Allgemeines über Methodik und Technik der hydroelektrischen Bäder.

Bei der Einrichtung und Benutzung hydroelektrischer Bäder zu Heilzwecken kann man (von anderen, untergeordneten und später zu erörternden Differenzpunkten abgesehen) von zwei principiell völlig verschiedenen Gesichtspunkten ausgehen und dem entsprechend auch in methodologisch-technischer Hinsicht mehr oder minder weit auseinander führende Wege einschlagen. Man kann nämlich entweder das Ziel verfolgen, *in dem hydroelektrischen, faradischen und galvanischen Bade eine möglichst vollkommene Methode allgemeiner Faradisation und Galvanisation herzustellen* und diese somit den bisher üblichen unvortheilhafteren Verfahren der sogenannten allgemeinen Elektrisation zu substituiren — oder aber man kann *in dem hydroelektrischen Bade auch eine elektrische Localtherapie* anstreben und darin ein, gewisse Vortheile darbietendes Vehikel für die Vornahme anderweitiger localisirter Faradisations- und Galvanisationsmethoden erblicken. Dass man sich bezüglich dieser Alternative im Allgemeinen noch keineswegs genügend und dass man sich darüber nicht von Anfang an klar geworden ist, muss im Interesse der Sache selbst lebhaft beklagt werden, da wesentlich in Folge dieses

Umstandes eine sichere Balneotechnik und Methodik des hydroelektrischen Bades sich nicht herausbilden konnte, und letzteres überdies den nicht unberechtigten Angriffen von fachkundiger elektrotherapeutischer Seite dadurch ausgesetzt wurde. Wir stehen also hier zunächst vor der Frage: Was ist und was soll das elektrische Bad? allgemeine Faradisation und Galvanisation — oder elektrische Localbehandlung mit Zuhilfenahme des Bades? — Obgleich auf diese Frage noch wiederholt ausführlicher zurückzukommen sein wird, so will ich doch hier schon vorausgreifend meinen eigenen Standpunkt dahin präcisiren, dass ich im hydroelektrischen Bade wesentlich nur eine besonders vortheilhafte Methode allgemeiner Faradisation und Galvanisation erblicke — hingegen die Verwerthung desselben für Zwecke localisirter elektrischer Behandlung principiell als verfehlt, verwerflich und höchstens in ganz besonderen Ausnahmefällen zulässig betrachte. Wir können, wie jeder Kenner der geschichtlichen Entwicklung unserer heutigen Elektrotherapie zugeben wird, durch das Bestreben nach elektrischer Localbehandlung im Bade nur zurückgeschraubt werden auf die Stufe jener verhältnissmässig primitiven und mangelhaften Versuche, die um vier Decennien hinter uns liegen, und denen Duchenne und seine Nachfolger durch die Schöpfung der jetzigen auf wissenschaftlichen Grundlagen beruhenden elektro-therapeutischen Technik ein Ende gemacht haben. Dieser ganze gewaltige Fortschritt, welcher sich mit den allgemein angenommenen Principien der „électrisation localisée“ Duchenne's Geltung verschaffte, würde auf einmal negirt oder doch in Frage gestellt werden, wenn wir für Zwecke der elektrischen Localbehandlung das elektrische Bad auch nur als den übrigen Methoden gleichberechtigt oder gar überlegen hinstellten, wie das in blindem Eifer von manchen Seiten geschehen ist. — Ich muss daher auch Constructionen und Einrichtungen, welche auf eine derartige, möglichst specificirte Localisation im elektrischen Bade abzielen, so gut ersonnen und durchgeführt sie übrigens sein mögen, als im Allgemeinen verfehlt, unzweckmässig, oder doch den eigentlichen Aufgaben des elektrischen Bades durchaus fernliegend betrachten, werde aber diesen Einrichtungen, wie sie

namentlich in manchen Badeorten und Wasserheilanstalten neuerdings in Aufnahme gekommen sind, eine anhangsweise Besprechung am Schlusse dieses Buches (in dem Abschnitte aber specielle Balneotechnik) zu Theil werden lassen.

Um das hydroelektrische Bad für den Zweck der allgemeinen Faradisation und Galvanisation nutzbar zu machen, kann dasselbe wiederum in zwei wesentlich von einander verschiedenen Formen zur Anwendung kommen, die hauptsächlich darin differiren, dass entweder die beiden zuleitenden Pole in die Badeflüssigkeit eintauchen, oder nur einer derselben, während mit dem anderen ausserhalb des Bades auf dem Körper des Badenden (oder doch durch denselben) geschlossen wird. Wir können, lediglich der Abkürzung halber und in Ermangelung besserer Ausdrücke, einstweilen jene Form als die des dipolaren, diese als die des monopolaren hydroelektrischen (faradischen oder galvanischen) Bades bezeichnen. Wie wichtige Unterschiede bezüglich der Stromvertheilung, Stromstärke u. s. w. sich aus diesen Anordnungen ergeben, haben wir zum Theil schon im vorhergehenden Abschnitt erfahren, und werden auf diese Punkte auch noch im Folgenden mehrfach zurückkommen. — Andere, geringwerthigere Unterschiede werden überdies durch das zum Badegefäss benutzte Material (Wannen aus Metall oder Nichtleitern), durch die Art der Zuleitung, Grösse, Form und Lagerung der stromzuführenden Elektroden, durch die Lagerung des Körpers im Bade u. s. w. gegeben.

1. Beide Pole also sind in die Badeflüssigkeit eingetaucht, so dass der zwischen ihnen, aber ohne directe Berührung mit den stromzuführenden Elektroden im Bade befindliche Körper eine mehr oder minder günstige Nebenschliessung darstellt, und den allgemeinen physikalischen Gesetzen der Theilströme entsprechend von solchen in bestimmter Stärke, Dichtigkeit und nach bestimmten Hauptrichtungen durchsetzt wird. Dies ist das Wesentliche; dagegen kommt für die allgemeine Betrachtung zunächst weniger darauf an, ob die Wanne metallisch ist, und eventuell ihr Metall selbst den einen Zuleitungspol darstellt — oder ob sie aus einem Nicht-

leiter (Holz, Cement, Porcellan u. s. w.) besteht und in diesem Falle natürlich beide Pole an verschiedenen Stellen der Badeflüssigkeit eingesenkt werden müssen. — Das hier in Rede stehende Verfahren ist anscheinend das natürlichere und bequemere, bisher wohl auch am meisten benutzte; so haben sich u. A. Paul, Drosdow und Ischewsky, Stein u. s. w. ihren Mittheilungen zufolge desselben bedient, und auch den nach dem sogenannten System Barda neuerdings an zahlreichen Orten entstandenen Einrichtungen liegt dasselbe (wenn auch in mehr oder weniger mangelhafter Durchführung) zu Grunde. — Indessen hat diese ganze Form des dipolaren Bades doch auch ihre sehr ausgesprochenen Uebelstände und Bedenken. Der Hauptfehler ist jedenfalls der, dass nicht der ganze Strom durch den Körper des Badenden geht, sondern nur ein Zweigstrom, dessen Stärke durch das Verhältniss zwischen dem Leitungswiderstand des Körpers und der Badeflüssigkeit bedingt wird; da letzterer stets erheblich grösser ist, als ersterer, so wird unter allen Umständen nur ein kleinerer Theil des Gesammtstromes durch den Körper hindurchgehen. Dieser Zweigstrom wird sich allerdings um so mehr verstärken, je kleiner der Körperwiderstand, je grösser der Widerstand der Badeflüssigkeit wird — je näher, mit einem Worte, beide einer Ausgleichung kommen. — Wir haben im vorigen Abschnitte gesehen, dass der Widerstand der Flüssigkeit in Metallwannen ein äusserst geringer (durchschnittlich = 30—40 S. E., unter Umständen noch erheblich weniger) ist, dagegen in Holzwannen beträchtlich mehr (durchschnittlich 300—400 S. E.) betragen kann, und dass im letzteren Falle u. A. der grössere Abstand der Elektrodenplatten den Flüssigkeitswiderstand nicht unwesentlich steigert. Es lässt sich, da der Körperwiderstand im Bade, wie wir gesehen haben, immerhin 1000—2000 S. E. beträgt, schon von vornherein annehmen, dass bei dieser Badeform überhaupt und zumal bei dem dipolaren Baden in Metallwannen nur ein verhältnissmässig sehr geringer Theil des Gesammtstromes durch den Körper hindurchgeht. Dies wird denn auch durch die Erfahrung vollauf bestätigt. Man muss hierbei, namentlich wenn in Metallwannen gebadet wird, Ströme von ausserordentlicher Stärke zur Anwendung bringen, so dass oft die gewöhnlichen verfügbaren Inductionsapparate und constanten Batterien in keiner Weise ausreichen. Es ist aus diesem Grunde auch

zweckmässig, die stromerzeugenden Apparate so herzustellen, dass der innere Widerstand derselben möglichst gering ist. Handelt es sich um faradische Bäder, so verdient der Strom der primären Spirale den Vorzug, und ist es überdies empfehlenswerth, die letztere aus einem ganz besonders dicken Drahte (2 Mm. — das Doppelte der gewöhnlichen Dicke) anzufertigen und mit ebenfalls sehr starkem Eisenkern von ca. 1 Zoll Durchmesser zu versehen; als Stromquellen sind mehrere (2—4) Grove'sche oder Bunsen'sche Elemente oder ebensoviele grössere Tauchelemente — nach Stein auch eine Noë'sche Thermosäule von 25 Elementen zu benutzen. — Handelt es sich um galvanische Bäder, so sind bei dieser Badeform die sonst für stationäre Batterien fast allgemein gebräuchlichen und bewährten Siemens'schen Elemente wegen ihrer verhältnissmässig geringen elektromotorischen Kraft bei bedeutendem inneren Widerstande nicht zu empfehlen; mindestens muss man davon eine über das gewöhnliche Mass hinausgehende Anzahl (60—100) zur Verfügung haben. Besser gestalten sich für diesen Zweck Grenet'sche (Tauch-) Elemente, Leclanché'sche oder die in der Telegraphie eingeführten Elemente, deren etwa 40—60 erforderlich werden.

Der in Rede stehende Uebelstand, das Hindurchgehen nur eines verhältnissmässig kleinen aliquoten Theiles des Gesammtstromes durch den Körper, lässt sich also bis zu einem gewissen Grade durch Steigerung der Gesammtstromstärke (Vermehrung der Elementenzahl und der elektromotorischen Kraft der Elemente, Herabsetzung des inneren Widerstandes) compensiren; überdies ist, wie wir im vorigen Abschnitte gesehen haben, die Gesammtstromstärke schon an sich bei gleich beschaffenen Stromquellen im dipolaren Bade eine grössere als im monopolaren. Allein ausser dem Verhältniss der absoluten Stromstärke im Körper kommt hier auch für therapeutische Zwecke das der Stromvertheilung und Stromdichtigkeit in Betracht; und in dieser Beziehung haben wir bei der Anordnung des dipolaren hydroelektrischen Bades ebenfalls mit mannigfachen Schwierigkeiten zu kämpfen, indem hier nämlich durch Beschaffenheit, Form und Grösse der stromzuleitenden Elektroden, vor Allem aber durch deren Lage und gegenseitigen Abstand sehr auffällige Wirkungsdifferenzen bedingt werden. In Folge des verhältnissmässig sehr geringen Wasserwider-

standes breitet sich der Strom in der Badeflüssigkeit nach allen Seiten hin aus, und während er in der Nähe der Elektrodenplatten noch eine ansehnliche Dichtigkeit besitzt, nimmt dieselbe mit wachsender Entfernung von den Elektroden immer mehr ab, ist daher bei grösserem Abstande der Elektroden von einander in der Mitte zwischen denselben eine äusserst geringe. Dem entsprechend werden auch aus verschiedenen Querschnitten des Bades die Stromzweige nur in sehr ungleicher Menge und Dichtigkeit in den Körper des Badenden übertreten können. Befindet sich etwa die eine Elektrodenplatte am Kopfende, die andere am Fussende der Wanne, ist der badende Körper mit seinem Kopf- und Fussende diesen beiden Platten sehr nahe gerückt bis fast zu unmittelbarer Berührung, und haben die Platten zudem keine sehr ansehnliche Grösse: so kann in der Nähe beider Elektrodenplatten der Strom in ziemlich bedeutender Dichtigkeit auf den Körper übertreten und daher hier, am Kopf- und Fussende desselben, Erregungserscheinungen von unter Umständen selbst unangenehmer Intensität herbeiführen. Dazwischen wird natürlich der Strom nach allen Richtungen hin, mit rasch absinkender Dichtigkeit und daher ohne alle merklichen Erregungserscheinungen, im Körper circuliren. Sind dagegen Kopf- und Fussende des Körpers etwas weiter von den Elektroden entfernt, so tritt der Strom nur noch in viel geringerer Dichtigkeit in den Körper des Badenden über; Erregungserscheinungen, den Haupt-Ein- und Austrittsstellen entsprechend, fehlen daher hier selbst bei sehr hoher Gesammtstromstärke gänzlich; und ebenso sinkt die Dichtigkeit an den Haupt-Ein- und Austrittsstellen, wenn die Elektroden eine sehr grosse Oberfläche besitzen, z. B. Metallplatten von der ganzen Höhe der Badeflüssigkeit und der ganzen Breite des Wannenquerschnitts darstellen, oder wenn gar die Metallwanne selbst den einen Zuleitungspol bildet. — Analoge Verschiedenheiten werden sich natürlich auch ergeben, wenn man etwa die beiden Elektrodenplatten nicht am Kopf- und Fussende, sondern seitlich rechts und links, oder vertical oben und unten in der Badeflüssigkeit anbringt, so dass also die Haupt-Ein- und Austrittsstellen oder die Orte grösster Stromdichtigkeit im Körper nicht der Longitudinalaxe, sondern der Quer- oder Verticalaxe des Badegefässes entsprechen. — Wie enorm die Unterschiede der Stromdichtigkeit sind, welche sich durch die grössere oder

geringere Annäherung an die Elektrodenplatten ergeben, davon kann man sich, auch ohne zu baden, durch einen sehr einfachen Selbstversuch überzeugen, indem man nämlich in das hydroelektrische, faradische oder galvanische Bad mit am Kopf- und Fussende der Wanne befindlichen Elektrodenplatten seine beiden Hände zunächst dicht neben einander in der Mitte der Wanne tief (etwa bis an die Handwurzeln) eintaucht und sie nun allmälig auseinander, nach Kopf- und Fussende der Wanne, also in der Richtung nach den stromzuleitenden Elektroden hin bewegt. Man wird bei diesem Versuche in der Mitte der Wanne selbst bei sehr bedeutender Stromstärke absolut gar keine Empfindung verspüren; erst bei erheblicher Annäherung an die beiden Elektrodenplatten stellt sich ein leichtes Gefühl von Prickeln, Stechen oder dgl. ein und kann in unmittelbarer Nähe der Elektroden sich bis zum heftigen, auf die Dauer unerträglichen Schmerz steigern, wobei gleichzeitig dann auch motorische Reizerscheinungen (Zuckungen) an den eingetauchten Händen — namentlich an der dem negativen Pole genäherten — sicht- und fühlbar hervortreten.

Ziehe ich nun aus diesen Verhältnissen die für die praktische Hydro-Elektrotherapie sich ergebenden Folgerungen, so erscheint mir diese sog. dipolare Form des hydroelektrischen Bades für faradische Bäder unbedenklich, wenn auch immerhin mit gewissen technischen Schwierigkeiten verknüpft, die jedoch durch eine geeignete Beschaffenheit des Badegefässes (Wanne von Nichtleitern), der Stromquellen (verhältnissmässig starke Batterie; primäre Inductionsspirale mit sehr dickem Draht etc.), durch geeignete Lagerung der Elektroden und des badenden Körpers u. s. w. bis zu einem gewissen Grade überwunden werden können. Hierüber mehr in der speciellen Balneotechnik. Anders dagegen verhält es sich meiner Ansicht nach in Bezug auf galvanische Bäder. Hier ist die dipolare Badeform nicht nur schwerer ausführbar (sie erfordert besonders kräftige und elementenreiche Batterien mit geringem inneren Widerstande u. s. w.), sondern vor Allem erscheint sie auch ihrem Wesen nach als irrationell und für die Zwecke der therapeutischen Verwerthung des galvanischen Bades, als einer Methode allgemeiner Galvanisation, von Grund aus ungeeignet. Für diese Zwecke nämlich besteht, wenigstens in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle, die technische Voraufgabe darin,

*die ganze, den Körper umspülende Wasserfläche selbst zur Elektrode zu machen und somit den Körper, soweit er umspült wird,* d. h. *also den grösstmöglichen Theil der Körperoberfläche unter den Einfluss einer Elektrode — je nach den vorliegenden Special-Indicationen bald der Anode, bald der Kathode — zu bringen.* Dieser Forderung kann nur im monopolaren galvanischen Bade, wie wir sehen werden, wenigstens annähernd genügt werden; und daher sollte für therapeutische Zwecke auch dieses beinahe ausschliesslich in Betracht kommen — während im dipolaren galvanischen Bade die Vertheilung uud Richtung der Stromfäden, resp. das Vorherrschen des einen oder des anderen Pols in den eintauchenden (und vollends erst in den nicht eintauchenden) Körpertheilen ein ganz unsicheres, variables, der Berechnung und Controle vollständig entzogenes Moment bilden. — Nur vereinzelte Ausnahmsfälle sind denkbar, in denen vielleicht die dipolare Badeform in einer bestimmten, dem gegebenen Falle entsprechenden Ausführung mit Nutzen verwandt werden dürfte; beispielsweise bei hysterischen Hemianästhesien, wo die Aufgabe zu lösen sein könnte, etwa die eine Seitenhälfte des Körpers möglichst unter den Einfluss der einen, die andere gleichzeitig unter den der entgegengesetzten Elektrode zu bringen.

2. *Nur der eine Pol taucht in die Badeflüssigkeit ein (resp. wird bei Metallwannen durch deren Metall selbst gebildet) — während mit dem anderen ausserhalb des Bades auf dem Körper (oder durch denselben) geschlossen wird.* Wir wollen die in das Bad eintauchende oder mit der Metallwanne verbundene Elektrode als die *Hauptelektrode*, die ausserhalb des Bades befindliche (in ihrer Wirkung jedenfalls mehr localisirte) als die *Nebenelektrode* bezeichnen. Indem wir ferner von der Hauptelektrode ausgehen, können wir, je nachdem die positive oder negative Elektrode sich im Bade befindet, von einem „*Anodenbad*“ oder einem „*Kathodenbad*“ sprechen — was namentlich für die Auffassung der Wirkungsweise monopolarer galvanischer Bäder von Wichtigkeit sein dürfte. — Bei dieser Anordnung muss natürlich der gesammte Strom durch den Körper hindurch passiren; er hat

dabei den Widerstand der Badeflüssigkeit und des Körpers zu überwinden. Der letztere ist jedoch, wie wir im vorigen Abschnitte gesehen haben, keineswegs ausserordentlich gross und jedenfalls viel geringer als ausserhalb des Bades (durchschnittlich nur 1000—2000 S. E.). Ebenso ist auch der hinzukommende Widerstand der Badeflüssigkeit, der im ungünstigsten Falle 300—400 S. E. beträgt, nicht von wesentlicher Bedeutung. Dementsprechend sehen wir denn auch, dass man bei dieser Badeform für Hervorrufung physiologischer nnd therapeutischer Effecte völlig ausreicht mit Strömen von derselben, oder selbst noch geringerer Intensität, wie sie bei den gewöhnlichen Methoden der localisirten, percutanen Faradisation und Galvanisation durchschnittlich Anwendung finden. Rollenabstände der Inductionsspirale, welche bei Prüfung der faradocutanen Sensibilität an empfindlichen Körperstellen dem Empfindungs- oder Schmerzminimum entsprechen, genügen auch im monopolaren faradischen Bade meist, um das Gefühl einer schwächeren oder stärkeren elektrischen Hautreizung zu vermitteln; und galvanische Ströme, deren absolute Stärke zwischen 5 und 10—12 Millweber beträgt, sind zur Erzielung der dem galvanischen Bade eigenen (später im Detail zu erörternden) Wirkungen in der Regel vollständig ausreichend, ja eine Steigerung bis zu der angegebenen maximalen Stromstärke ist für den Badenden auf die Dauer oft schon schwer erträglich. — Die Schliessung des Stromes mittelst der aussen befindlichen Nebenelektrode kann selbstverständlich an sehr verschiedenen Orten und in sehr verschiedener Weise erfolgen; man wird hier, den individuellen Verhältnissen des Krankheitsfalles gemäss, unter Umständen variiren (wovon in der speciellen Balneotechnik näher die Rede sein wird). Im Allgemeinen und für die Mehrzahl der Fälle besteht wohl das bequemste Verfahren darin, den Kranken mit seinen beiden Händen einen ausserhalb des Bades befindlichen (aufgehängten, oder die Wanne mit isolirten Handhaben quer überbrückenden) Metallstab, Metallcylinder und dgl., der mit feuchtem Leiter genügend umwickelt ist, erfassen und während der Dauer des Bades gleichmässig fixiren zu lassen. Durch das Erfassen dieses Stabes wird dabei der Strom erst geschlossen, durch Loslassen desselben geöffnet, so dass der Kranke eventuell selbst im Augenblicke das elektrische Bad in ein einfaches Warmbad verwandeln könnte. In anderen

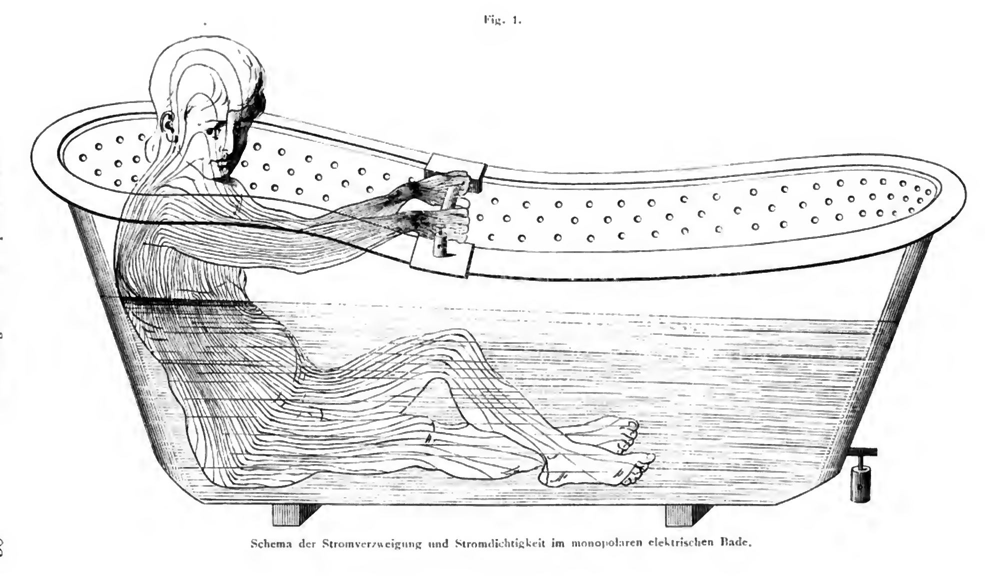
Fällen, und zu ganz bestimmten Zwecken mag man mit einer entsprechend geformten metallischen Platte auf Kopf, Hals, oberer Brustgegend u. s. w. den Strom durch den Körper hindurch schliessen. Auf die Lage und Grösse der im Bade befindlichen Elektrode kommt bei dieser Badeform (im Gegensatz zu der vorigen) äusserst wenig an; die Gesammtstromstärke, sowie auch die relative Dichtigkeit des Stromes in den verschiedenen Körpertheilen werden durch diese Umstände fast gar nicht beeinflusst. Es ist dies ja auch ganz natürlich, da bei dieser Badeform eben die ganze den Körper umspülende Wassermasse selbst zur Elektrode (Anode oder Kathode) wird und dem eingetauchten Körper den Strom von allen Seiten mit gleichmässiger, aber ziemlich geringer Dichtigkeit zuführt, wie wir dies sogleich näher erörtern werden. — Voraussetzung dabei ist, dass entweder Wannen aus Nichtleitern zur Verwendung kommen, oder, falls etwa die Metallwanne selbst den einen Zuleitungspol bildet, der Körper des Badenden vor directer Berührung mit der Wanne durch geeignete Vorrichtungen (Suspension auf einem in der Wanne befindlichen Gurtenbett oder dgl.) ausreichend geschützt ist. Vgl. „specielle Balneotechnik".

Was nun die speciellen Verhältnisse der Stromvertheilung und der relativen Stromdichtigkeit anbelangt, so kann bei der monopolaren Badeform der Strom in allen im Bade befindlichen Körpertheilen nur eine verhältnissmässig sehr geringe Dichtigkeit haben. Die gesammte, den Körper von allen Seiten umspülende Wassermasse selbst bildet hier für den eingetauchten Körper eine Elektrode von ungeheurem Querschnitt, und von sämmtlichen Punkten des letzteren treten nothwendig Stromzweige in die angrenzenden Körpertheile über, um sich innerhalb derselben in der Richtung zu der zweiten (äusseren) Elektrode hin zu verbreiten. Dementsprechend sehen wir denn auch, wie später gezeigt werden wird, meist ziemlich geringe örtliche Wirkungen, schwache und späte Reizerscheinungen seitens des im Bade befindlichen Pols an den eingetauchten Körpertheilen zur Wahrnehmung kommen. — An der Oberfläche des Wassers sammelt sich die Elektricität in verstärktem Maasse an, dichtere Stromzweige treten von hier aus in die anliegende Region des Körpers über. Sämmtliche Stromzweige müssen überdies diese Grenzschicht des Körpers, die verhältnissmässig schmale

Verbindungsbrücke zwischen der im Bade befindlichen und der zweiten äusseren Elektrode, nothwendig passiren. Daher hier grössere Stromdichtigkeit, relativ leichteres Eintreten von Erregungseffecten (in Form sensibler und motorischer Nervenreizung), wie wir dies in den nachfolgend geschilderten Untersuchungen mehrfach antreffen werden.

In den ausserhalb des Bades befindlichen, nach Masse und Querschnitt geringeren, der zweiten Elektrode genäherten Körpertheilen haben wir diesen Verhältnissen entsprechend im Allgemeinen grössere Stromdichtigkeit, leichteres Eintreten örtlicher Reizerscheinungen seitens der sensiblen und Sinnesnerven und motorischen Nerven zu erwarten. Ganz besonders gilt dies von den in unmittelbarem Contact mit der zweiten (äusseren) Elektrode stehenden Körpertheilen, gewöhnlich also Händen und Vorderarmen, woselbst wir daher auch locale Erregungseffecte in der Regel zuerst und verhältnissmässig am stärksten auftreten sehen und woselbst auch, je nachdem die Anode oder Kathode sich ausserhalb des Bades befindet, die „polaren Wirkungen“ in der ausgesprochensten Weise hervortreten. Die relative Kleinheit dieser Theile in Masse und Querschnitt, ihre hochgradige Beweglichkeit und Empfindlichkeit wirken hier überdies unterstützend. — Ist demnach die Anode im Bade („Anodenbad“), Kathode in der Hand, so haben wir diffuses Uebertreten des Stromes aus der Badeflüssigkeit in den Körper, mit nur einer Austrittsstelle aus demselben, wohin alle Stromzweige innerhalb des Körpers confluiren; ist die Kathode im Bade („Kathodenbad“), so haben wir nur eine Eintrittsstelle des Stromes in den Körper und diffuses Austreten der Stromzweige durch alle innerhalb des Bades befindlichen Theile. Durch Lageveränderung der ausserhalb des Bades befindlichen Elektrode können wir daher auch die Stromzweige in ihrer Richtung, sowie ihre relative Dichtigkeit in einzelnen, ausserhalb des Bades befindlichen Körpertheilen mehr oder minder wirksam beeinflussen. — Das beigefügte Schema (Fig. 1) deutet an, wie wir uns die Stromvertheilung und relative Stromdichtigkeit im monopolaren hydroelektrischen Bade nach den obigen Erörterungen ungefähr vorzustellen haben.

Fig. 1.



Schema der Stromverzweigung und Stromdichtigkeit im monopolaren elektrischen Bade.

## Die physiologischen Wirkungen hydroelektrischer, faradischer und galvanischer Bäder.

Die hierher gehörigen Untersuchungen an Menschen wurden ausschliesslich an gesunden oder doch relativ gesunden (mit keiner, die Badewirkung beeinflussenden Krankheit behafteten), meist jüngeren männlichen Individuen vorgenommen, und zwar zum kleineren Theile schon im Sommer 1882 in Greifswald, zum grösseren während des Winters 1882—1883 in dem städtischen Krankenhause in Moabit, dessen ärztlichem Leiter Herrn Dr. P. Guttmann ich für die bewiesene Unterstützung zu herzlichem Danke verpflichtet bin. — Die weiterhin erwähnten Thierversuche, namentlich die Versuche an Fröschen, habe ich grösstentheils mit freundlicher Bewilligung des Herrn Prof. Kronecker im Vivisectorium des hiesigen physiologischen Institutes ausführen dürfen.

Zu den näher geschilderten Versuchen an Menschen dienten theils Wannen aus Nichtleitern (Holzwannen — besonders in einigen Fällen, wo stärkere Kochsalzlösungen angewandt wurden), theils Metallwannen (Zinkwannen), wobei jedoch das Metall der Wanne mit dem Körper des Badenden nicht in Berührung kam, der letztere vielmehr auf einem in der Wanne suspendirten Gurtenbett bequem gelagert und vor dem Contact allseitig geschützt war. Die angewandte Badeform war in allen denjenigen Versuchen, deren Ergebnisse dem Folgenden ausschliesslich zu Grunde gelegt werden, die monopolare: d. h. eine Elektrode (Hauptelektrode) wurde in das Bad geleitet, resp. mit dem Metall der Wanne in Verbindung gebracht, so dass dieses den einen Zuleitungspol darstellte; mit der zweiten dagegen wurde ausserhalb des Bades auf dem Körper geschlossen. Und zwar hatte diese Elektrode (Nebenelektrode) in der Regel die Form eines mit befeuchteter Leinwand überzogenen cylindrischen Metallstabes, welcher mit hölzernen Handgriffen quer über der Wanne ausserhalb des Bades auflag und von dem Badenden mit den Händen gefasst und fixirt wurde. Nur in seltenen Fällen wurde die Schliessung mittelst eines ähnlichen Metallstabes oder einer Metallplatte auf Stirn, Nacken, oberer Brustgegend etc. vorgenommen — oder auch durch Eintauchen der Hände in ein mit warmem Wasser gefülltes Gefäss, auf dessen Boden sich die plattenförmige Nebenelektrode befand, von dem Badenden vollzogen.

Die Temperatur der Bäder war bei allen Versuchen an Menschen ausschliesslich die des indifferent warmen Bades (34—37° C.). Die Badedauer variirte zwischen 15 und 60 Min. Als Badeflüssigkeit diente meist blosses Wasser; in einzelnen Fällen ausnahmsweise mit Schwefel- oder Salpetersäure angesäuertes Wasser, oder eine 2%ige Soollösung. Die im Bade befindliche Elektrode hatte die Form einer grossen viereckigen Zink- oder Kupferplatte von 20—40 Ctm. Breite und 13—20 Ctm. Höhe, welche, wo nicht ausdrücklich Anderes bemerkt ist, am Fussende der Wanne ohne Berührung mit dem Badenden unter den Flüssigkeitsspiegel mehr oder minder tief eingesenkt wurde.

## Faradisches Bad.

Wird in das Bad, in welchem sich die Versuchsperson befindet, der Inductionsstrom einer secundären Spirale eines beliebigen Volta- oder Thermo-Inductionsapparates geleitet und der ursprünglich äusserst schwache Strom durch Rollenverschiebung allmälig verstärkt, so empfindet der Badende von einem gewissen Rollenabstande ab — den man als „Empfindungsminimum“ bezeichnen kann — vorzüglich in den eingetauchten Körpertheilen ein deutliches Gefühl von Prickeln, Zingern oder Ziehen, welches noch nicht schmerzhaft ist; ganz analog demjenigen, welches bekanntlich bei der localisirten faradischen Hautreizung mittelst äusserst schwacher Ströme durch Aufsetzen trockener Elektroden oder des Pinsels an der gereizten Hautstelle erzielt wird. Nähert man die secundäre Spirale über diese Grenze hinaus der primären, so tritt bei einem gewissen Rollenabstande („Schmerzminimum“) allmälig ein deutlich ausgesprochener, nadelartig stechender Schmerz ein. Empfindungsminimum und Schmerzminimum liegen in der Regel nicht sehr weit, um 5—15 Mm. auseinander; sie scheinen unter sonst gleicher Anordnung bei verschiedenen Versuchspersonen nicht gerade erheblich zu differiren, wie die folgenden Beispiele lehren. (Benutzt wurde eine Batterie von 2 Leclanché-Elementen; secundäre Spirale von ca. 6000 Windungen; negative Elektrode im Bade; Holzwanne, Soolbad.)

1. Versuch an mir selbst. Empfindungsminimum 125, Schmerzminimum 110 Mm.

2. 25jähriger Mann, Empfindungsminimum 95, Schmerzminimum 85.

3. 16jähriger Mann, Empfindungsminimum 80, Schmerzminimum 75.

4. 17jähriger Mann, Empfindungsminimum 90, Schmerzminimum 80.

In der Metallwanne und im einfachen Wasserbade wurden völlig analoge Resultate erhalten. — Weitere Prüfungen zeigten, dass die auf diese Weise als Empfindungs- und Schmerzminimum (E. M. und S. M.) bei den einzelnen Versuchspersonen ermittelten Rollenabstände ziemlich genau mit denen übereinstimmten, welche auch bei unmittelbarer Berührung an empfindlicheren Hautstellen, z. B. den Fingerspitzen (Prüfungsmethoden der faradocutanen Sensibilität, der faradischen Empfindungs- und Schmerzminima) ähnliche Empfindungsgrade daselbst provocirten. So betrug bei mir selbst das (nach der Erb'schen Methode, vgl. unten, bestimmte) E. M. an den Fingerspitzen 120, S. M. 110, — bei der obigen Versuchsperson 4. ebendaselbst E. M. 110, S. M. 98 Mm. — Es mag diese Thatsache auffällig erscheinen, insofern, wie wir gesehen haben, bei der in Rede stehenden Anordnung des Bades die Stromdichtigkeit in den eingetauchten Körpertheilen ja nur eine sehr geringe sein kann. Andererseits aber ist die ausserordentliche Reduction des Körperwiderstandes im Bade nicht zu übersehen; während dieselbe bei der localisirten Faradisation mit kleineren trockenen Elektroden (Methoden der faradocutanen Sensibilitätsprüfung) an 20.000 S. E. und darüber betragen kann, ist dagegen der Gesammtwiderstand des Körpers im Bade zehn- bis zwanzigfach geringer (1000—2000 S. E.), wodurch die absolute Stromstärke, sowie die Intensität der örtlichen Stromzweige entsprechend anwächst. Beiläufig bemerkt wurde für das faradische Bad stets ein solcher Rollenabstand gewählt, welcher zwischen E. M. und S. M. ungefähr in der Mitte lag, also z. B. bei Versuchsperson 2. ein Abstand von 90, bei 4. ein solcher von 85 Mm.

Man kann übrigens die Angaben der Versuchspersonen über die im Bade wahrgenommenen Empfindungen sehr leicht verificiren, und sich selbst zugleich über die Stärke des Stromes ein Urtheil verschaffen, indem man seine eine Hand bis an den Carpus in die Badeflüssigkeit eintaucht und die andere Hand entweder auf die Nebenelektrode (Metallstab), oder auf einen Körpertheil des Badenden, sei es innerhalb

oder ausserhalb des Bades, auflegt. Es zeigt sich hierbei im Allgemeinen, dass bei denselben Rollenabständen, bei welchen der Badende das E. M. hat, oder doch ziemlich nahe denselben auch der controlirende Experimentator das Gleiche sowohl in der eintauchenden wie in der die Nebenelektrode oder den Körper der Versuchsperson berührenden Hand wahrnimmt. Bei der letzteren Versuchsanordnung, Berührung der Versuchsperson, ergiebt sich jedoch ein nicht unbeträchtlicher Unterschied, je nachdem der Experimentator seine Hand auf einen innerhalb oder ausserhalb des Bades befindlichen Körpertheil des Badenden auflegt. Im letzteren Falle bedarf es einer erheblich grösseren Stromstärke (grösseren Annäherung der Spiralen), um das E. M. zu provociren. So erhielt ich dieses an mir selbst, während die Versuchsperson 2. sich im Bade befand, von den eingetauchten Körpertheilen desselben schon bei 95, von den nicht eingetauchten (Stirn, Nacken u. s. w.) dagegen erst bei 65—60 Mm. — und ähnlich in allen anderen Versuchen.

Weitere Versuche am Menschen betrafen hauptsächlich das Verhalten der Pulsfrequenz, Respirationsfrequenz und Temperatur, sowie der Hautsensibilität im faradischen Bade (indifferent-warmes Wasserbad ohne Zusätze, von der angegebenen Stärke; 15—30 Minuten).

Die Pulsfrequenz wird im faradischen Bade von der obigen Beschaffenheit und Dauer merklich herabgesetzt, durchschnittlich um 8—12 Schläge bei Gesunden; so bei mir selbst von 72 auf 64, bei drei anderen Versuchspersonen von 80 auf 68, 84 auf 72, 76 auf 66. Dieses Resultat ist um so beachtenswerther, als, wie wir sehen werden, auch im galvanischen Bade — sowohl im Anoden- wie im Kathodenbade — höchst regelmässig eine Herabsetzung der Pulsfrequenz beobachtet wird, welche sogar in der Regel die durch das faradische Bad erzielte noch übertrifft; man kann daher die durch letzteres herabgesetzte Pulsfrequenz durch ein nachfolgendes galvanisches Bad noch beträchtlich weiter vermindern, unter Umständen in ganz enormem Grade (20—30 Schläge und darüber). Die Verminderung der Pulsfrequenz wächst im Allgemeinen mit der Dauer des Bades und hält auch nach Beendigung des letzteren noch längere Zeit an, worauf eine allmälige Rückkehr zur Norm stattfindet; Spannung und Volumen des Pulses scheinen dabei einer

merklichen Veränderung nicht zu unterliegen. — Es braucht kaum erinnert zu werden, dass das gleich temperirte, thermisch und chemisch reizlose, einfache Wasserbad eine ähnliche Einwirkung auf den Rhythmus der Herzthätigkeit nicht ausübt; zum Ueberfluss habe ich mich hiervon durch Controlversuche überzeugt, indem die Versuchspersonen erst 15 Minuten im einfachen Wasserbade, welches sodann durch Einleiten des Inductionsstromes in ein faradisches Bad verwandelt wurde, und weitere 15 Minuten in letzterem badeten, und während des ersten Bades keine, während des zweiten dagegen eine deutliche Abnahme der Pulsfrequenz zeigten. Bekanntlich treffen wir eine analoge Abnahme der Pulsfrequenz auch in kälteren (wärmeentziehenden) oder chemisch-irritirenden, also in thermisch oder chemisch reizenden (hautreizenden) Bädern; das faradische Bad von im Uebrigen thermisch und chemisch reizloser Beschaffenheit ist in dieser Beziehung mit den thermisch und chemisch reizenden Bädern (z. B. kohlensäurehaltigen Stahlbädern, nach den Versuchen von Scholz in Cudowa) auf gleiche Stufe zu stellen. — Dass man durch starke faradische Pinselung bei Thieren (Fröschen) die Pulsfrequenz in Folge reflectorischer Vagus-Erregung herabsetzen kann, ist längst bekannt (O. Naumann); und auch an Menschen haben die vor 15 Jahren von Schmidt-Rimpler und mir angestellten Versuche das Gleiche erwiesen. Es ist also wohl diese Wirkung des faradischen Bades auch auf die durch dasselbe gesetzte, gleichmässige diffuse Hautnervenreizung wesentlich zu beziehen.

Im Gegensatze zur Pulsfrequenz zeigt die Respirationsfrequenz in der Regel keine, oder doch nur eine höchst geringe und unerhebliche Veränderung (Abnahme). — Auch die Temperatur, in der Achsel- oder Mundhöhle gemessen, lässt in den meisten Fällen eine merkliche Veränderung nicht erkennen, während im galvanischen Bade, wie wir sehen werden, in der Regel ein Herabgehen um 0·2—0·6° C. erzielt wird. Es ist dabei zu bemerken, dass die Reizstärke der angewandten faradischen Bäder verhältnissmässig gering war, im Allgemeinen jedenfalls erheblich geringer, als die der galvanischen Bäder, bei denen überdies durch Schliessungen und Oeffnungen, Stromwendungen u. s. w. intensivere Reizmomente häufig eingeführt wurden.

Bezüglich der Hautsensibilität wurde hauptsächlich das Gemeingefühl der Haut in's Auge gefasst und dieses

geprüft durch Bestimmung der faradocutanen Sensibilität; dieselbe geschah genau nach der von Erb[16]) beschriebenen Methode. Es wurde also die positive Elektrode mit breiter Metallplatte ein für alle Male auf das Sternum applicirt, während die Kathode in Form der Erb'schen Elektrode (glatt abgeschliffene Metallfläche mit ca. 400 feinen isolirten Metalldrähten in einer Hartgummiröhre) auf die zu prüfende, vorher ganz leicht befeuchtete Hautstelle unter mässigem Druck aufgesetzt wurde. Zur Prüfung wurden, um möglichste Gleichmässigkeit in den Ergebnissen zu erzielen, stets die nämlichen, und zwar die von Erb[17]) vorgeschlagenen Hautstellen in der daselbst angeführten Reihenfolge verwerthet. Zugleich wurde dabei jedesmal auch der galvanische Leitungswiderstand der geprüften Hautstellen gemessen, und zwar durch vergleichende Bestimmung der Nadelablenkung mittelst eines abstufbaren Galvanometers mit 200 L. W. und einem Strome von 10 Elementen (stationäre Batterie von Hirschmann).

Es stellte sich nun hierbei mit ziemlicher Regelmässigkeit heraus, dass im faradischen Bade die faradocutane Sensibilität mehr oder weniger beträchtlich absinkt, und zwar am stärksten in den eingetauchten Körpertheilen, sowie auch in unmittelbarer Nähe der (mit den Händen gefassten) Nebenelektrode, also an Fingerspitzen, Hand, Vorderarm; weniger dagegen oder gar nicht an den ausserhalb des Bades befindlichen, aber dem Wirkungsbereich der zweiten Elektrode entzogenen Körpertheilen. Hier kann unter Umständen sogar eine ganz geringfügige Erhöhung der faradocutanen Sensibilität stattfinden. — Gleichzeitig zeigte sich nun, dass der galvanische Leitungswiderstand der geprüften Hautstellen im faradischen Bade mehr oder weniger beträchtlich herabgesetzt wird. Diese Herabsetzung manifestirt sich ebensowohl an den nicht eingetauchten (oberen), wie an den im Bade und in der Nähe der Nebenelektrode befindlichen Körpertheilen; ja sie ist in jenen sogar öfters am stärksten entwickelt. Aus diesen Befunden geht schon unmittelbar hervor, dass keinerlei functionelle Beziehung zwischen

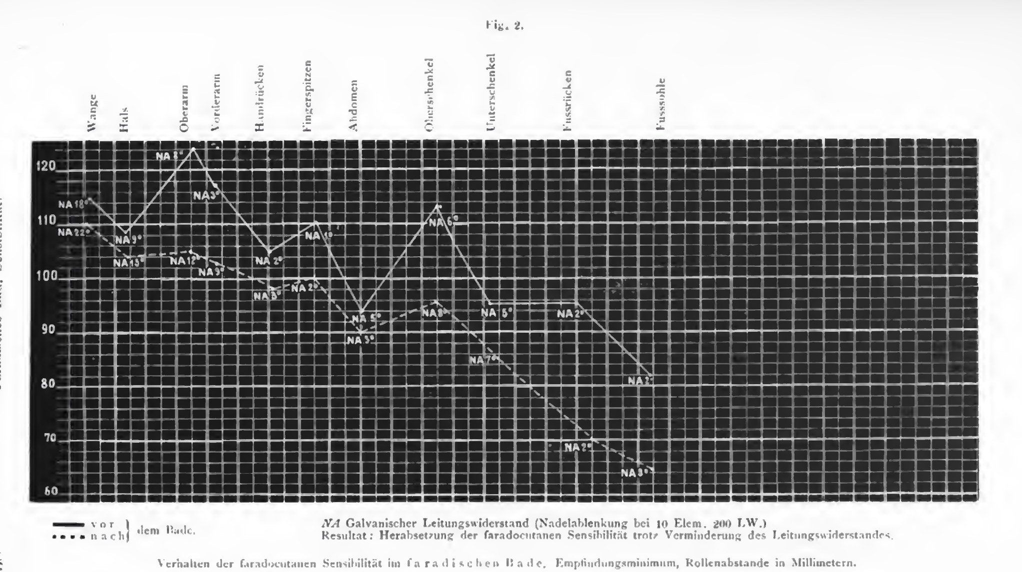
[16]) v. Ziemssen's Handbuch der allgemeinen Therapie III (Leipzig 1882) pag. 161 ff.

[17]) L. c. pag. 163.

dem Verhalten der faradocutanen Sensibilität und dem des Hautwiderstandes im faradischen Bade obwaltet. Wäre eine solche Beziehung vorhanden, so müsste ja der Abnahme der faradocutanen Sensibilität nicht eine Abnahme, sondern im Gegentheil eine Zunahme des galvanischen Leitungswiderstandes der Haut entsprechen; ferner müssten die Veränderungen des letzteren an den verschiedenen Körperstellen den Veränderungen der faradocutanen Sensibilität parallel verlaufen — was durchaus nicht der Fall ist. Die faradocutane Sensibilität zeigte sich vielmehr auch an Stellen vermindert, an welchen der galvanische L. W. ganz unverändert blieb (vgl. das untenstehende Beispiel: Abdomen, Fussrücken). Auch werden wir später sehen, dass der Tastsinn (Ortsinn) der Haut sich ganz anders verhält, als das Gemeingefühl derselben; jener nämlich wird im faradischen sowohl wie im galvanischen Bade in der Regel — wenigstens an den eingetauchten Körpertheilen — merklich gesteigert. — Es müssen also hier wohl noch andere Momente in Betracht kommen, namentlich die hautreizende Wirkung des faradischen Bades; wir wissen ja, dass schon durch localisirte kräftige Hautreize (faradische Pinselung) eine beträchtliche Abnahme der Sensibilität, nicht blos an der Reizstelle, sondern auch in näheren und entfernteren Körpertheilen herbeigeführt wird, wovon wir zu therapeutischen Zwecken, bei Neuralgien und Hyperalgesien, häufig genug Anwendung machen. — Dass die Abnahme der faradischen Sensibilität in den ausserhalb des Bades befindlichen Körpertheilen mit Ausnahme der der Nebenelektrode zunächst liegenden, weniger oder gar nicht ausgesprochen ist, dürfte hauptsächlich in der geringeren Gesammtstärke der diese Theile durchsetzenden Stromzweige (wie aus den pag. 34 erwähnten Versuchen hervorgeht) seine Ursache haben.

Beispiel: 17jähriger Mann; Prüfung der faradocutanen Sensibilität (E. M.) an der linken Körperseite. — Nadelablenkung am Galvanometer mit 200 L. W. bei 10 Elementen Siemens. (Vgl. die umstehende Curve, Fig. 2.)

Fig. 2.




*NA* Galvanischer Leitungswiderstand (Nadelablenkung bei 10 Elem. 200 LW.)
Resultat: Herabsetzung der faradocutanen Sensibilität trotz Verminderung des Leitungswiderstandes.

Verhalten der faradocutanen Sensibilität im faradischen Bade. Empfindungsminimum, Rollenabstände in Millimetern.

| Geprüfte Hautstelle | E. M. (Rollenabstand in Mm.) | | Nadelablenkung | |
|---|---|---|---|---|
| | Vor dem Bade | Nach dem Bade | Vor dem Bade | Nach dem Bade |
| Wange . . . . . . . . . | 115 | 110 | 18° | 22° |
| Hals . . . . . . . . . . | 109 | 104 | 9° | 15° |
| Oberarm (innere Fläche) . . | 124 | 105 | 8° | 12° |
| Vorderarm (innere Fläche) . | 117 | 100 | 3° | 9° |
| Handrücken . . . . . . . | 105 | 98 | 2° | 3° |
| Fingerspitzen . . . . . . | 110 | 100 | 1° | 2° |
| Abdomen . . . . . . . . | 94 | 90 | 5° | 5° |
| Oberschenkel (innere Fläche) . | 113 | 95 | 6° | 8° |
| Unterschenkel (äussere Fläche) | 95 | 85 | 5° | 7° |
| Fussrücken . . . . . . . | 95 | 70 | 2° | 2° |
| Fusssohle (Mitte) . . . . | 82 | 65 | 2° | 3° |

## Galvanisches Bad.

Wie schon erwähnt, war die für Bestimmung physiologischer Wirkungen gewählte Versuchsanordnung ausschliesslich die des monopolaren Bades, so dass entweder Kupferpol oder Zinkpol als „Hauptelektrode“ in der Flüssigkeit versenkt, resp. mit den Metallwandungen der Wanne verbunden, — mit dem zweiten Pole dagegen ausserhalb auf dem Körper geschlossen wurde („Nebenelektrode“). Wir wollen im Folgenden der Kürze halber diejenige Anordnung, wobei der Kupferpol sich in der Wanne befindet, also die Hauptelektrode darstellt, stets als Anodenbad (A. B.), die entgegengesetzte als Kathodenbad (K. B.) bezeichnen.

Lässt man bei der einen oder anderen Anordnung den Strom durch Vermehrung der Elementzahl (oder Einschaltung grösserer Rheostatwiderstände) von sehr geringen Anfangsintensitäten allmälig anschwellen, so entstehen bei einer gewissen Stromstärke beginnende und mit weiterer Steigerung der Stromstärke wachsende paralgische Empfindungen, die sich als Gefühl von Kriebeln, Jucken, Brennen oder heftigem stechenden Schmerz in einem grösseren oder geringeren Theile der Körperoberfläche kundgeben. Diese Empfindungen treten durchschnittlich etwa bei einer Stromstärke von 5—6 M. W., in selteneren Fällen bei empfindlicheren Individuen mit zarter Haut u. s. w. schon bei einer solchen von 2—5 M. W. zuerst auf, sind übrigens bei nicht allzugrosser Stromstärke wenig ausgesprochen, während der Strom in gleichmässiger Höhe fliesst, sondern fast

nur bei positiven Intensitätsschwankungen desselben (Schliessung, anschwellende Ströme) — wenig oder gar nicht bei negativen Intensitätsschwankungen (Oeffnung, abschwellende Ströme), Grad und Umfang dieser Empfindungen zeigen übrigens auch bei gleicher oder annähernd gleicher Stromstärke ausserordentlich grosse Verschiedenheiten, die wohl theils durch die variable individuelle Empfindlichkeit des Badenden, theils aber auch durch andere in Betracht kommende Momente, namentlich die Stromvertheilung und die regionären Dichtigkeitsverhältnisse in den einzelnen Körperprovinzen bedingt werden. Es lassen sich dafür etwa die drei folgenden Haupttypen unterscheiden:

1. In einzelnen Fällen zeigten sich im Kathodenbad die paralgischen Sensationen (Kriebeln, Jucken u. s. w.) zuerst in den der Kathode näher gelegenen Körpertheilen innerhalb des Bades; z. B. wenn die Kathode durch eine grosse, am Fussende befindliche Zink- oder Kupferplatte gebildet wurde, in den Füssen bis zum Fussgelenk aufwärts oder auch wohl noch in Unter- und Oberschenkeln. Die zur Auslösung der Empfindungen genügende minimale Stromstärke betrug in diesen Fällen 4—6 M. W. Oefters verschwinden die Empfindungen, wenn man den Strom wendet, die im Bade befindliche Elektrode also zur Anode macht — treten dagegen nunmehr deutlich an den ausserhalb des Bades in der Nähe der Nebenelektrode (Kathode) befindlichen Theilen, also Händen und Vorderarmen, hervor; erst bei weiterer Verstärkung des Stromes zeigen sich dieselben nunmehr auch in den unter dem Einfluss der Anode stehenden Körpertheilen innerhalb des Bades. Die Fälle dieser Art stellen im Ganzen nur eine Minorität dar, was nicht zu verwundern, da, wie wir annehmen dürfen, die Stromdichtigkeit an den innerhalb des Bades befindlichen Körpertheilen ziemlich gleichmässig und allenthalben ziemlich gering ist.

2. In anderen Fällen zeigten sich die erwähnten Paralgien bei ungefähr gleicher Stromstärke ($4^1/_2$—6 M. W.) zuerst und vorzugsweise deutlich in den die Oberfläche der Badeflüssigkeit berührenden Theilen (Grenzschichten) des Körpers; und zwar ebensowohl im Kathodenbade wie im Anodenbade, ausgesprochener jedoch im ersteren. Wurde z. B. mit der Anode im Nacken geschlossen, während der Körper sich bis zur halben Brusthöhe im Bade (K. B.) befand, auch die Arme unter Wasser

eintauchten, so erschien das Gefühl als ein den Leib in der angegebenen Höhe an der Berührungsstelle circulär umfliessendes Gürtelgefühl (Empfindung von Prickeln, Ziehen, Jucken; bei stärkerem Strome brennender oder stechender Schmerz.) Wurde die Anode dagegen mit beiden Händen ausserhalb des Bades in geringer Höhe über dem Flüssigkeitsspiegel gefasst, während beide Ellbogen in die Flüssigkeit eintauchten, so wurde die Empfindung vorzugsweise in den Ellbogen und benachbarten Partien des Vorder- und Oberarmes localisirt; liess man die eine Hand herabgleiten, so dass die Nebenelektrode nur noch mit der anderen Hand gehalten wurde, so verschwand im Ellbogen der ersteren Seite die Empfindung augenblicklich, während sie in der letzteren mit verstärkter Intensität fortdauerte. — Auch die Vornahme von Stromschliessungen oder Stromwendungen wurde, letztere schon bei ziemlich geringer Stromintensität, 2—3—$3^1/_2$ M. W., in den nämlichen Körpertheilen zuerst deutlich empfunden; ebenso auch das Anschwellen des Stromes — während in anderen Körpertheilen die Empfindungen erst bei ansehnlicher Vermehrung der Stromstärke nach und nach ausgesprochener hervortraten. — Eine Erklärung dieser Erscheinungen dürfte in der wohl anzunehmenden grösseren Anhäufung der Elektricität an der Oberfläche, der entsprechend grösseren Dichtigkeit der von hier aus in den Körper übertretenden Stromzweige zu suchen sein, wodurch — namentlich bei relativ kleinem Querschnitt der getroffenen Körpertheile (Ellenbogen) — beträchtliche Reizeffecte in denselben unter Umständen ausgelöst werden können. Wir werden dies namentlich auch bei Besprechung der zuckungerregenden Wirkungen des Stromes, welche nicht selten eine ganz ähnliche Localisirung zeigen, erfahren (vgl. übrigens den Abschnitt über die specielle Stromdichtigkeit im monopolaren Bade, und das Schema, Fig. 1).

3. In noch anderen Fällen wurden die paralgischen Sensationen zuerst oder vorzugsweise in einzelnen im Bade befindlichen, aber von der Hauptelektrode (gleichviel ob Anode oder Kathode) entfernteren Körpertheilen empfunden; z. B. wenn die Hauptelektrode sich am Fussende der Wanne befindet, nicht in den Füssen, sondern in beiden Oberschenkeln oder in Ober- und Unterschenkeln. Die Stromstärke betrug in diesen Fällen 5—6 M. W.; liess man dieselbe weiter anwachsen, so wurden die Empfindungen auch in der Nähe der mit den

Händen gefassten Nebenelektrode, also an Händen und Vorderarmen, deutlich. — Die Bewegung und Dislocation der im Bade befindlichen Platte bedingte dabei gar keinen Unterschied; wurde dieselbe z. B. vom Fussende nach der seitlichen Circumferenz der Wanne und nach dem Kopfende zu bewegt, so blieben die Sensationen in Ober- und Unterschenkeln doch unverändert; ebenso wurden auch Stromschliessung und -Wendung, sowie Anschwellen des Stromes hier zuerst deutlich empfunden. — Man darf vielleicht annehmen, dass die bei der gewöhnlichen Position des Badenden der Wasseroberfläche näher gelegenen Oberschenkel und oberen Partien der Unterschenkel den Strom in verhältnissmässig grösserer Stärke und Dichtigkeit empfangen, und dass dieser Unterschied in einzelnen Fällen die eben beschriebenen Erscheinungen herbeiführt.

Uebrigens kann man sich hier, ebenso wie dies bei Gelegenheit des faradischen Bades (pag. 33) erwähnt wurde, von den Reizwirkungen auf die sensibeln Hautnerven leicht überzeugen, wenn man seine eine Hand in das galvanische Bad eintaucht und mit der anderen entweder die Nebenelektrode ausserhalb des Bades oder einen Körpertheil des Badenden berührt; man wird dann je nach der Stromstärke entweder nur bei Schliessung, Wendung, anschwellendem Strome, oder auch bei geschlossener Kette die charakteristischen Empfindungen in einer Hand oder in beiden mehr oder minder intensiv wahrnehmen.

---

An die Reizerscheinungen der sensibeln Hautnerven schliessen sich diejenigen von Seiten einzelner *Sinnesnerven* (*galvanische Geschmacks- und Gesichtsempfindungen*) an, welche bei entsprechender Anordnung des Bades leicht zur Beobachtung kommen.

*Galvanische Geschmacksempfindungen* entstehen besonders deutlich im Kathodenbade, wenn mit der Nebenelektrode (Anode) am Kopfe oder in der Nackengegend geschlossen wird; in diesem Falle schon bei Strömen von $1^1/_2$—2—3 M. W. Stärke. Bei umgekehrter Anordnung (Anodenbad; Kathode im Nacken u. s. w.) bleiben die Geschmacksempfindungen selbst bei bedeutender Vergrösserung der Stromstärke meist aus oder sind doch sehr schwach, während sie auf Wendung, wodurch die Nebenelektrode zur Anode wird, sofort deutlich hervortreten.

Galvanische Gesichtsempfindungen (Photopsien) treten bei ähnlichen Anordnungen schon bei ganz ausserordentlich schwachen Strömen, von weniger als 1 M. W., nicht selten auf; und zwar entstehen dieselben gleichmässig im Anodenbade, mit der Kathode, wie im Kathodenbade, mit der Anode als Nebenelektrode am Kopfe (Stirn u. s. w.), bei Schliessung, Oeffnung, positivem und negativem Zuwachs durch allmäliges An- oder Abschwellen des Stromes. Dieses Verhalten entspricht ganz dem nach den Untersuchungen von Brenner und Anderen jetzt wohl allgemein als giltig anerkannten Erregungsgesetze des gesunden Opticus, insofern wir die Erregungen desselben wesentlich als eine Polwirkung (bei A. S. und K. O. secundäre Polwirkung der virtuellen Kathode, resp. Anode) betrachten. — Wir sehen nun im galvanischen Bade bei der angegebenen Anordnung (Nebenelektrode am Kopfe) die Erscheinungen der Opticuserregung öfters schon bei ausserordentlich geringer Elementenzahl (An- und Abschwellen von 0 auf 1 und von 1 auf 0) eintreten, während bei der gewöhnlichen percutanen Galvanisation am Gesunden unter sonst vergleichbaren Verhältnissen in der Regel eine beträchtlichere Elementenzahl erforderlich wird; und Aehnliches gilt auch in Betreff der oben erwähnten Geschmacksempfindungen. Man darf jedoch nicht ausser Acht lassen, dass wegen des so erheblich verminderten Körperwiderstandes im Bade die absolute Stromstärke schon eine immerhin bedeutendere sein kann, als dies bei Anwendung der gleichen oder selbst einer grösseren Elementenzahl ausserhalb des Bades in der Regel der Fall ist.

Die Veränderungen der Hautsensibilität im galvanischen Bade wurden nach zwei Richtungen hin genauer bestimmt; einmal durch Prüfung des cutanen Gemeingefühls in Form der faradocutanen Sensibilität, — sodann durch Prüfung des Tastsinns, bez. des Ortsinns.

Bei Prüfung der faradocutanen Sensibilität (E. M. und S. M.) in der pag. 36 beschriebenen Weise stellten sich zwar ziemlich grosse individuelle Unterschiede heraus, jedoch betrafen dieselben im Allgemeinen mehr das quantitative Verhalten, während sich in qualitativer Hinsicht — von sehr vereinzelten Ausnahmefällen abgesehen — eine wesentliche Uebereinstimmung kundgab. Man kann das Durchschnitts-Resultat kurz dahin formuliren, dass im Kathodenbade

die faradocutane Sensibilität mehr oder minder herabgesetzt, — im Anodenbade dagegen mehr oder minder erhöht wird. Am ausgesprochensten und reinsten traten diese Veränderungen an den im Bade befindlichen Körpertheilen, sowie an den nicht unter unmittelbarem Einfluss der Nebenelektrode stehenden Körpertheilen ausserhalb des Bades hervor; während in letztgenannten Theilen dagegen das Resultat ein verschiedenes ist, z. B. beim Kathodenbade in unmittelbarer Nähe der Anode bald Herabsetzung, bald ausnahmsweise dagegen eine localisirte Erhöhung der faradocutanen Sensibilität vorhanden sein kann (vgl. die untenstehenden Versuche I und II). — Bestimmt man in der bekannten Weise sowohl E. M. wie S. M. vor und nach dem Bade, so scheinen bei der Herabsetzung der faradocutanen Sensibilität im Kathodenbade E. M. und S. M. öfters weiter auseinander zu weichen, die Schmerzempfindlichkeit also in höherem Grade als das cutane Gemeingefühl überhaupt vermindert zu werden.

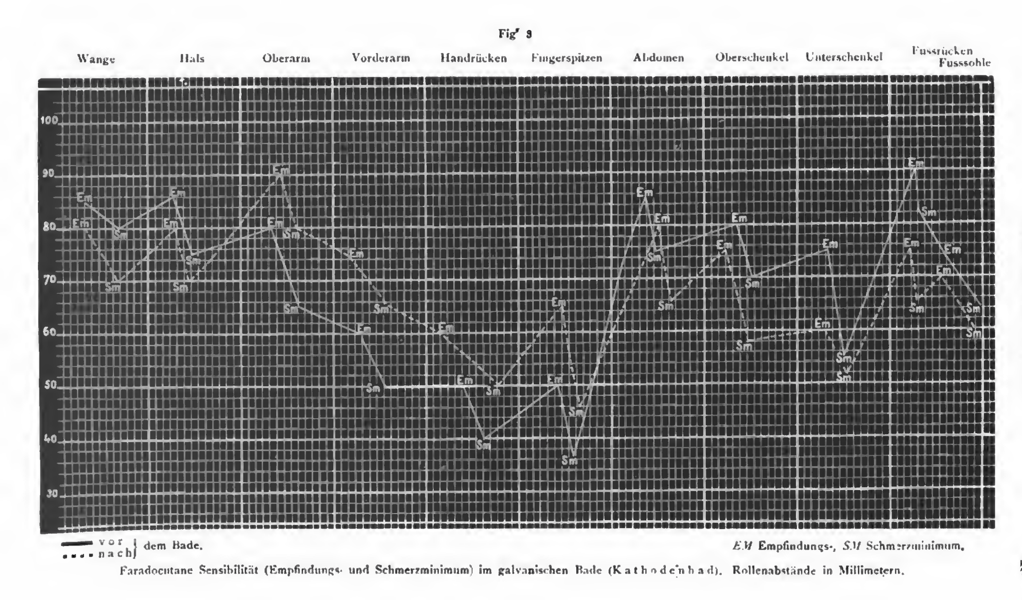
Einige Beispiele mögen das Gesagte zunächst illustriren (wobei der Gleichförmigkeit und Kürze wegen nicht alle geprüften Hautstellen, sondern nur die von Erb angegebenen Reizstellen, in der früheren Reihenfolge, aufgeführt werden). — Die Stromstärke im Bade ist überall als der Minimalempfindung entsprechend, also durchschnittlich $4^1/_2$—6 M. W. anzunehmen.

I. 17jähriger Mann; Kathodenbad; Dauer 30 Minuten (vgl. die Curve, Fig. 3). Prüfung linksseitig.

Faradocutane Sensibilität (Abstände in Mm.).

| Reizstelle | Vor dem Bade | | Nach dem Bade | |
|---|---|---|---|---|
| | E. M. | S. M. | E. M. | S. M. |
| Wange | 85 | 80 | 80 | 70 |
| Hals | 85 | 75 | 80 | 70 |
| Oberarm | 80 | 65 | 90 | 80 |
| Vorderarm | 60 | 50 | 75 | 65 |
| Handrücken | 50 | 40 | 60 | 50 |
| Fingerspitzen | 50 | 36 | 65 | 45 |
| Abdomen | 85 | 75 | 80 | 65 |
| Oberschenkel | 80 | 70 | 75 | 58 |
| Unterschenkel | 75 | 55 | 60 | 52 |
| Fussrücken | 90 | 82 | 75 | 65 |
| Fusssohle | 75 | 64 | 70 | 60 |

Fig. 9




—— vor } dem Bade.
.... nach }

*EM* Empfindungs-, *SM* Schmerzminimum.

Faradocutane Sensibilität (Empfindungs- und Schmerzminimum) im galvanischen Bade (K a t h o d e n b a d). Rollenabstände in Millimetern.

Hier war demnach die faradocutane Sensibilität nur in den dem Einflusse der Anode ausgesetzten Körpertheilen (Oberextremitäten bis zum Oberarm aufwärts) erhöht, sonst allenthalben mehr oder weniger vermindert.

II. 26jähriger Mann; Kathodenbad; 30 Minuten (vgl. Fig. 4).

Faradocutane Sensibilität (linke Seite).

| Reizstelle | Vor dem Bade | | Nach dem Bade | |
|---|---|---|---|---|
| | E. M. | S. M. | E. M. | S. M. |
| Wange | 105 | — | 100 | — |
| Hals | 98 | — | 93 | — |
| Oberarm | 96 | — | 90 | — |
| Vorderarm | 91 | — | 85 | — |
| Handrücken | 90 | — | 90 | — |
| Fingerspitzen | 98—94 | — | 75—70 | — |
| Abdomen | 87 | — | 75 | — |
| Oberschenkel | 84 | — | 75 | — |
| Unterschenkel | 79 | — | 70 | — |
| Fussrücken | 85 | — | 80 | — |
| Fusssohle | 75 | — | 70 | — |

Hier war, unter sonst gleichen Verhältnissen wie im Versuch I, die Herabsetzung der faradocutanen Sensibilität (E. M.) eine allgemeine; nur am Handrücken blieb dieselbe anscheinend unverändert.

III. 18jähriger Mann; Anodenbad; 30 Minuten. Prüfung von E. M. auf beiden Körperseiten vorgenommen (vgl. Fig. 5).

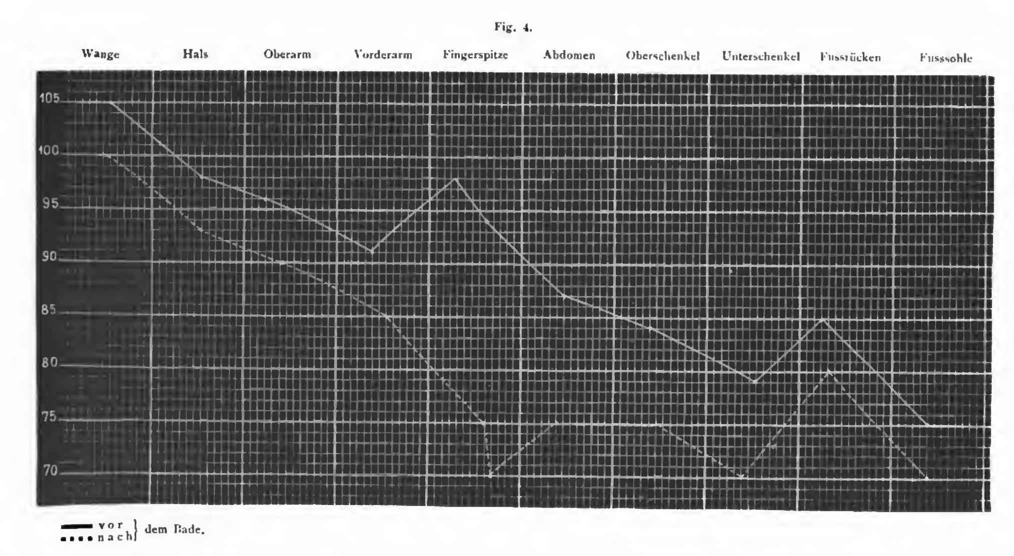
Faradocutane Sensibilität (E. M.)

| Reizstelle | Vor dem Bade | | Nach dem Bade | |
|---|---|---|---|---|
| | Rechts | Links | Rechts | Links |
| Wange | 80 | 80 | 85 | 90 |
| Hals | 80 | | 90 | |
| Oberarm | 75 | 75 | 90 | 90 |
| Vorderarm | 70 | 70 | 75 | 80 |
| Handrücken | 65 | 65 | 70 | 75 |
| Fingerspitzen | 60 | 65 | 90 | 90 |
| Oberschenkel | 75 | 76 | 85 | 85 |
| Unterschenkel | 70 | 70 | 80 | 80 |
| Fussrücken | 80 | 80 | 85 | 85 |
| Fusssohle | 65 | 75 | 75 | 80 |

Resultat also: Steigerung der faradocutanen Sensibilität überall, auch in der Nähe der Nebenelektrode (Kathode).

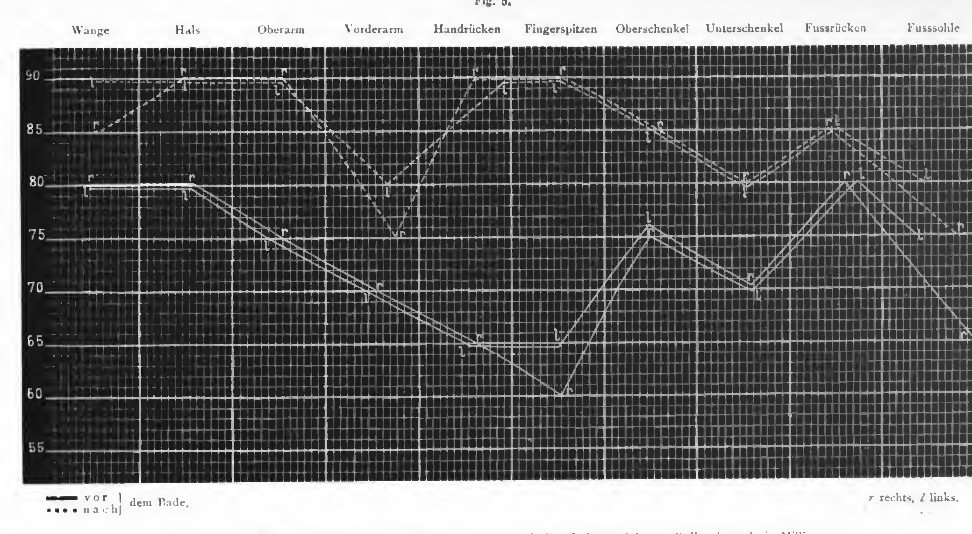
Um darüber Aufklärung zu gewinnen, ob die beobachteten Veränderungen der faradocutanen Sensibilität mit Veränderungen des galvanischen Leitungswiderstandes an den gereizten Hautstellen im Zusammenhange stehen könnten

Fig. 4.




Verhalten der faradocutanen Sensibilität im galvanischen Bade (K a t h o d e n b a d). Empfindungsminimum, Rollenabstände in Millimetern.

Fig. 6.




Faradocutane Sensibilität im galvanischen Bade (Anodenbad). Empfindungsminimum, Rollenabstände in Millimetern.

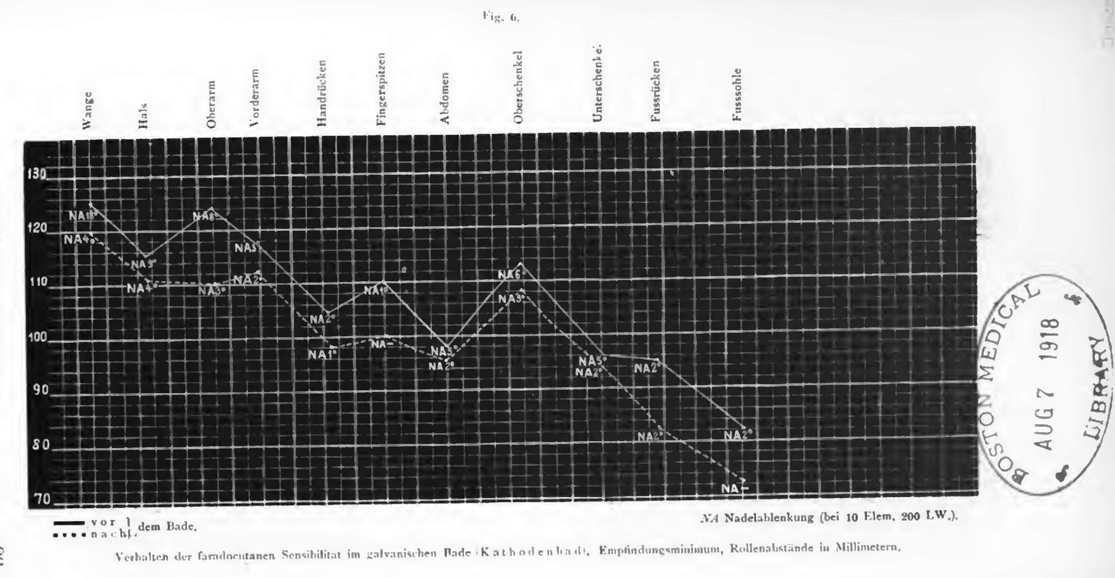
— resp. ob sich ein bestimmtes Verhältniss zwischen den einen und den anderen nachweisen liesse — wurde der galvanische L. W. der Haut in ganz gleicher Weise gemessen, wie dies oben bei Gelegenheit des faradischen Bades, pag. 36, angegeben wurde. Das Resultat war hier wie dort ein durchaus negatives. Der nachstehende Versuch mag als Beispiel dienen (E. M., Prüfung linksseitig).

IV. 17jähriger Mann; Kathodenbad; 30 Minuten. — Nadelablenkung (nach rechts) mit X Elementen Siem., 200 L. W. (vgl. Figur 6).

| Reizstelle | Faradocutane Sensibilität | | Nadelablenkung | |
|---|---|---|---|---|
| | Vor dem Bade | Nach dem Bade | Vor dem Bade | Nach dem Bade |
| Wange . . . . . . . . . . | 125 | 120 | 18° | 4° |
| Hals . . . . . . . . . . . | 115 | 111 | 9° | 4° |
| Oberarm . . . . . . . . | 124 | 110 | 8° | 3° |
| Vorderarm . . . . . . . . | 117 | 112 | 3° | 2° |
| Handrücken . . . . . . . | 105 | 98 | 2° | 1° |
| Fingerspitzen . . . . . . | 110 | 100 | 1° | — |
| Abdomen . . . . . . . . . | 98 | 96 | 5° | 2° |
| Oberschenkel . . . . . . | 113 | 108 | 6° | 3° |
| Unterschenkel . . . . . . | 96 | 94 | 5° | 2° |
| Fussrücken . . . . . . . | 95 | 82 | 2° | 2° |
| Fusssohle . . . . . . . . | 82 | 73 | 2° | — |

Aus diesem und ähnlichen Versuchen geht, ebenso wie aus den Parallelversuchen bei faradischen Bädern, mit ziemlicher Gewissheit hervor, dass eine bestimmte Beziehung zwischen den Veränderungen des galvanischen L. W. und denen der faradocutanen Sensibilität nicht obwaltet und dass letztere demnach auch nicht wohl als eine Function der ersteren anzusprechen sein dürfte. Während im faradischen Bade trotz beträchtlicher Abnahme des L. W. die faradocutane Sensibilität mehr oder weniger vermindert erschien, begegnen wir im galvanischen Bade (Kathodenbad) zwar im Allgemeinen einer Abnahme der faradocutanen Sensibilität neben Erhöhung des L. W.; aber in keineswegs proportionalen und überhaupt nicht in constanten Verhältnissen, da z. B. bei sehr erheblicher Zunahme des L. W. die Abnahme der faradocutanen Sensibilität dennoch äusserst gering sein kann (Versuch IV. Wange, Hals, Abdomen) und umgekehrt, ferner aber bei gleichbleibendem L. W. die Herabsetzung der faradocutanen Sensibilität eine sehr ausgesprochene sein kann (ibid.

Fig. 6.




Verhalten der faradocutanen Sensibilität im galvanischen Bade (Kathodenbad). Empfindungsminimum, Rollenabstände in Millimetern.

Fussrücken). — Da demnach ein bestimmbares Verhältniss zwischen den Veränderungen des L. W. und denen der faradocutanen Sensibilität mit Sicherheit auszuschliessen ist, so erübrigt nichts, als die letzteren als Theilerscheinungen der physiologischen Wirkung hydroelektrischer Bäder an sich aufzufassen und die Differenzen zwischen faradischen und galvanischen Bädern, zwischen A. B. und K. B. in diesem Sinne zu deuten.

---

Eine weitere Stütze erfährt diese Anschauung auch durch die gänzlich abweichenden Ergebnisse der Prüfung des *Tastsinns*, insbesondere des *Ortsinns*, im galvanischen Bade. — Zur Bestimmung des Ortsinns diente das bekannte *Sieveking-Weber*'sche Aesthesiometer; die Prüfung wurde zwar noch an verschiedenen anderen Hautstellen vorgenommen, doch sollen vorzugsweise diejenigen, an welchen auch die Prüfung der faradocutanen Sensibilität stattfand, im Folgenden berücksichtigt werden.

Die Messungen des Ortsinns ergaben ein eigenthümliches und überraschendes Resultat. *Der Ortsinn zeigte sich nämlich, sowohl im Anodenbad wie im Kathodenbad, an den eingetauchten Theilen stets entschieden erhöht*, (obgleich die faradocutane Sensibilität im A. B. Erhöhung, im K. B. Verminderung erkennen liess). Schwankender waren die Ergebnisse *an den ausserhalb des Bades befindlichen Körpertheilen*; doch erschien an diesen der Ortsinn in der Regel *herabgesetzt* oder wenigstens unverändert. Insbesondere machte sich die Herabsetzung in der Nähe der mit den Händen gefassten Nebenelektrode, mochte dieselbe nun Kathode oder Anode sein, geltend — wie dies aus den beiden folgenden Versuchen hervorgeht (vgl. Fig. 7, 8).

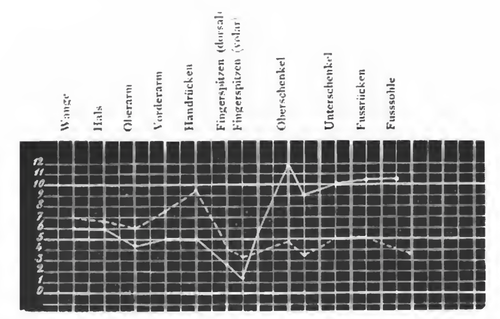
I. 17jähriger Mann; Anodenbad; 30 Minuten. Prüfung auf beiden Körperhälften. — Ortsinnsbestimmung durch Prüfung der Cirkelabstände („Tastkreisdurchmesser") bei minimaler Doppelwahrnehmung, in par. Linien.





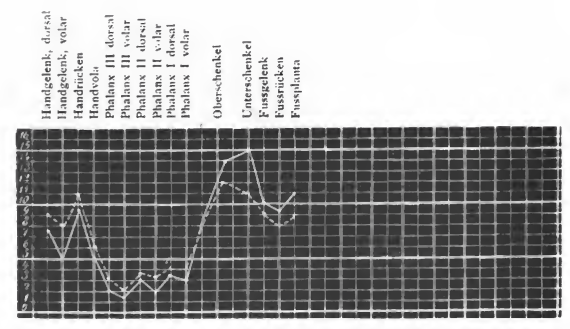


Fig. 7.




Verhalten des Ortsinns im galvanischen Bade (Kathodenbad). Cirkelabstände in Linien.

Fig. 8.




Verhalten des Ortsinns im galvanischen Bade (Anodenbad). Cirkelabstände in Linien.

—— vor } dem Bade,
- - - - nach }

Resultat: Vergrösserung der Cirkelabstände (= Ortsinnsverminderung) an den ausserhalb des Bades befindlichen, — Verkleinerung der Cirkelabstände (= Ortsinnserhöhung) an den im Bade befindlichen Körpertheilen.

Abstände der Cirkelspitzen (Tastkreisdurchmesser).

| Reizstelle | Vor dem Bade | | Nach dem Bade | |
|---|---|---|---|---|
| | Rechts | Links | Rechts | Links |
| Finger, Dorsalseite, Phalanx III | 2 | 2 | 3 | 3 |
| II | 3 | 3 | 3½ | 3½—4 |
| I | 3½ | 3½ | 4 | 4 |
| Finger, Volarseite, Phalanx III | 1—2 | 2 | 2 | 2—3 |
| II | 2 | 2 | 3—3½ | 3½ |
| I | 3 | 2—3 | 4 | 4 |
| Hand, Rücken . . . . . . . . | 9—10 | 9 | 11 | 12 |
| „ Vola . . . . . . . . . | 5 | 5½ | 6 | 6 |
| Carpalgegend, Rücken . . . | 7—8 | 7 | 9 | 8 |
| „ Vola . . . . | 5 | 5 | 8 | 7 |
| Fuss, Rücken . . . . . . . | 9—10 | 10 | 8 | 9 |
| „ Sohle . . . . . . . . . | 11 | 10 | 9 | 9½ |
| Fussgelenk . . . . . . . . . | 10 | 10 | 9 | 9 |
| Unterschenkel . . . . . . . . | 15 | 16 | 11 | 11½ |
| Oberschenkel . . . . . . . . | 14 | 14—15 | 12 | 12½ |

II. 16jähriger Mann; Kathodenbad; 30 Minuten. Prüfung linksseitig.

| Reizstelle | Abstände der Cirkelspitzen | |
|---|---|---|
| | Vor dem Bade | Nach dem Bade |
| Wange . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6 | 7 |
| Hals . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6 | 6—7 |
| Oberarm . . . . . . . . . . . . . . . | 4—5 | 6 |
| Vorderarm . . . . . . . . . . . . . . | 5 | 7—8 |
| Handrücken . . . . . . . . . . . . . | 5 | 9—10 |
| Fingerspitzen dorsal . . . . . . . . | 2—3 | 4 |
| Fingerspitzen volar . . . . . . . . . | 1—2 | 3—4 |
| Oberschenkel . . . . . . . . . . . . | 11—12 | 4—5 |
| Unterschenkel . . . . . . . . . . . . | 9 | 3—4 |
| Fussrücken . . . . . . . . . . . . . | 10 | 5 |
| Fusssohle . . . . . . . . . . . . . . | 10—11 | 3—4 |

In beiden Versuchen also eine zum Theil (besonders in II.) sehr beträchtliche Verkleinerung der Tastkreisdurchmesser, d. h. Ortsinnszunahme, an den eingetauchten, — eine mehr oder minder beträchtliche Ortsinnsabnahme an den ausserhalb des Bades befindlichen Körpertheilen, besonders an den oberen Extremitäten.

Ein ganz übereinstimmendes Verhalten zeigt der Ortsinn, wie nachträglich hervorgehoben sein mag, auch im faradischen Bade, während dagegen im einfachen indifferent-warmen Wasserbade eine Ortsinnserhöhung nicht stattfindet.

Es ergiebt sich demnach Folgendes: Das Verhalten des Tastsinnes (Ortsinns) ist durchaus nicht proportional dem des cutanen Gemeingefühls (der faradocutanen Sensibilität), ebensowenig etwa den Veränderungen des Leitungswiderstandes der Haut im faradischen oder galvanischen Bade. Dasselbe ist auch nicht auf eine specifische Elektrodenwirkung, auf eine „polare" Wirkung, sei es im Bade oder ausserhalb desselben, zurückzuführen. Denn sonst könnte nicht zwischen Kathodenbad und Anodenbad, zwischen galvanischem und faradischem Bade sowohl bezüglich der badenden, wie der ausserhalb des Bades befindlichen Körpertheile wesentliche Uebereinstimmung herrschen. Insbesondere müsste, wenn die polare Wirkung sich geltend machte, der Ortsinn in der Nähe der Kathode erhöht, in der Nähe der Anode dagegen vermindert sein, wie dies Nadedja-Suslowa bei ihren bekannten Versuchen mittelst localer Galvanisation (Längsrichtung des Stromes durch den Arm) nachwies.

Es bleibt daher, wie ich glaube, nur die Annahme übrig, dass wir es bei der Ortsinnserhöhung der im Bade befindlichen Körpertheile mit einer Wirkung des elektrischen Bades als solchen, und zwar einer Folge des durch dasselbe gesetzten Hautreizes zu thun haben. Indifferent-warme, einfache Wasserbäder haben, wie gesagt, eine derartige Wirkung nicht; wohl aber Bäder, welche chemisch hautreizend wirken, z. B. kohlensäurehaltige Bäder nach den Versuchen von v. Basch und Dietl; 3—6% Kochsalzbäder von indifferenter Temperatur, Nauheimer Soolbäder nach Santlus. Auch örtliche Hautreize, z. B. Sinapismen, haben ja, wie bekannt, eine locale Steigerung der Tastfunctionen zur Folge. Ich werde auf diesen Gegenstand noch weiterhin bei Besprechung der Indicationen des elektrischen Bades als eines hautreizenden zurückkommen. — Zwischen faradischen und galvanischen, zwischen Anoden- und Kathodenbad scheinen in dieser Beziehung keine qualitativen, sondern höchstens untergeordnete quantitative Unterschiede zu bestehen.

Was nun das minder constante Verhalten des Ortsinns an den oberen Körpertheilen, die hier gewöhnliche Herabsetzung desselben, und insbesondere die stärker ausgesprochene Herabsetzung an den oberen Extremitäten betrifft, so sind diese Erscheinungen, wie ich

glaube, auf ganz andere, regionär wirkende Momente, nämlich auf die (absolute oder relative) Anämie der ausserhalb des Bades befindlichen Körpertheile zurückzuführen. Wie schon ältere Versuche von Alsberg gezeigt haben, bewirkt sowohl locale Anämie, wie auch locale Hyperämie (Stase) eine örtliche Abnahme des Ortsinns; nicht aber nothwendig auch anderer Sinnesfunctionen der sensibeln Hautnerven, wie denn z. B. in Alsberg's Versuchen der Temperatursinn bei örtlicher Anämie vielmehr eine Verfeinerung darbot. — Dass nun im elektrischen Bade gerade an den Oberextremitäten, namentlich an Fingerspitzen, Händen und Vorderarmen, die ausgesprochenste Ortsinnsabnahme sich kundgab, beruht wohl einerseits darauf, dass diese Theile überhaupt mit einem besonders feinen, alle Schwankungen daher auch am getreuesten wiederspiegelnden Localisationsvermögen begabt sind — andererseits aber auf einem mehr accidentellen, die obige Annahme jedoch ebenfalls unterstützenden äusserlichen Umstande. Bei der benutzten Anordnung des Bades nämlich mussten die Badenden nach dem in einer gewissen Höhe über dem Wasserniveau befindlichen Metallstabe greifen und diesen während des Bades mit beiden hochgehaltenen Händen fixiren. Es befanden sich daher Hände und Vorderarme bis zum mehr oder weniger spitzwinklig gebeugten Ellbogen während des Bades fortdauernd in einer solchen Lage, wodurch sie einem gewissen Grade örtlicher Anämie durch Erschwerung der arteriellen Blutzufuhr, sowie durch Begünstigung des venösen Abflusses ausgesetzt waren. Es konnten demnach auch hier sich die gleichen Resultate ergeben, wie sie Alsberg durch absichtliche Hochlagerung einer Extremität bei seinen Versuchen erzielte.

---

Die Pulsfrequenz erfährt im galvanischen Bade eine constante und mit der Dauer des Bades stetig fortschreitende Verminderung, wie dies alle Versuche ohne Ausnahme bestätigten. Es ist hierbei irrelevant, ob es sich um Anodenbad oder Kathodenbad handelt. Die Abnahme der Pulsfrequenz ist im galvanischen Bade in der Regel stärker ausgesprochen als im faradischen; sie beträgt bei gesunden (jüngeren, männlichen) Individuen von normaler Frequenz 10—16—20 Schläge im Laufe des $^1/_2$—1stündigen Bades; bei etwas erhöhter Frequenz

(ohne febrile Erscheinungen) kann die Abnahme sogar noch darüber hinaus, bis zu 30 Schlägen und mehr betragen. Die Verminderung der Pulsfrequenz ist auch nach dem Bade noch deutlich ausgesprochen, kann sogar in der ersten Zeit unmittelbar nach Beendigung des Bades noch weiter anwachsen. (Vgl. unten Versuch VII und VIII.) Erst später findet ein allmäliges Zurückgehen zur Norm statt, ohne dass jedoch die frühere Höhe unter allen Umständen erreicht wird. Constante Veränderungen in der Spannung und im Volumen des Pulses liessen sich bei der Palpation nicht wahrnehmen; nur zuweilen zeigte sich der Puls gegen Ende des Bades, sowie nach demselben deutlich weicher und kleiner. Leider war ich bisher nicht in der Lage, genauere Blutdruckuntersuchungen nach einer der jetzt gebräuchlichen Methoden anzustellen; es bleibt hier eine Lücke, deren Ausfüllung im Interesse eines exacten Verständnisses und einer rationellen therapeutischen Verwerthung dringend erwünscht ist.

Die Respirationsfrequenz zeigt bei normal athmenden, gesunden oder relativ gesunden Individuen keine wesentliche Veränderung; in der Regel höchstens eine unerhebliche Abnahme um 1 oder 2 in der Minute. Bei etwas erhöhter Frequenz (ohne auffällige, Dyspnoe erzeugende Krankheitszustände) kann die Abnahme beträchtlicher sein und 7 oder 8 in der Minute betragen (siehe unten Versuch VIII). Dieselbe dauert ebenfalls nach beendetem Bade noch einige Zeit fort.

Die Temperatur, entweder in der Achselhöhle oder in der Mundhöhle (mit unter die Zunge geschobenem Thermometer) gemessen, lässt in allen Fällen eine, wenn auch geringe Herabsetzung erkennen. Dieselbe variirt zwischen 0·1 und 0·6 bis 0·7° C.; die letztere Abnahme war die äusserste, welche ich bei gesunden oder relativ gesunden Individuen mit normaler Temperatur bisher beobachtete. Nach dem Bade steigt die Temperatur wieder etwas an, erreicht jedoch erst nach längerer Zeit (und nicht immer vollständig) die frühere Höhe — zeigt somit ein der Pulsfrequenz in Ganzen durchaus paralleles Verhalten.

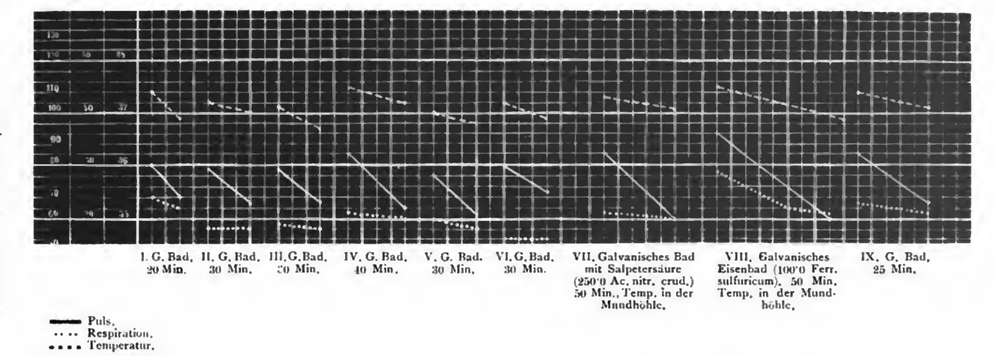
Die folgenden Versuchsbeispiele mögen über die Verhältnisse der Pulsfrequenz, Respirationsfrequenz und Temperatur im galvanischen Bade zur Orientirung dienen. Die Messungen wurden unmittelbar vor und unmittelbar nach dem Bade,

zum Theil ausserdem auch im Bade selbst gegen Ende desselben vorgenommen. Vgl. auch die Zusammenstellung der betreffenden Puls-, Respirations- und Temperaturcurven (nebst der Badedauer) in Fig. 9.

| Nr. | Versuchsperson | Badeform und Badedauer | Pulsfrequenz | | | Respirationsfrequenz | | Temperatur | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Vor | Gegen Ende | Nach | Vor | Nach | Vor | Nach |
| I | 17jähr. Mann | Kathodenbad 20 Minuten | 80 | — | 68 | 24 | 22 | 37·4 | 36·9 |
| II | 17jähr. Mann (derselbe) | Anodenbad 30 Minuten | 78 | 68 | 66 | 18 | 18 | 37·2 | 37·0 |
| III | 26jähr. Mann | Kathodenbad 30 Minuten | 78 | — | 66 | 19 | 18 | 37·1 | 36·7 |
| IV | 18jähr. Mann | Kathodenbad 40 Minuten | 84 | 68 | 64 | 21 | 20 | 37·5 | 37·2 |
| V | 21jähr. Mann | Kathodenbad 30 Minuten | 76 | — | 62 | 20 | 18 | 37·0 | 36·8 |
| VI | 16jähr. Mann | Kathodenbad 30 Minuten | 80 | — | 70 | 16 | 16 | 37·2 | 36·9 |
| VII | 45jähr. Mann | Kathodenbad 50 Minuten | 84 | 68 | 60 | 21 | 20 | 37·3 | 37·1 |
| VIII | 27jähr. Mann | Anodenbad 50 Minuten | 92 | 72 | 60 | 29 | 21 | 37·5 | 36·9 |
| IX | 14jähr. Mann (Neger) | Kathodenbad 25 Minuten | 84 | 68 | 66 | 23 | 21 | 37·4 | 37·1 |

Für die Beurtheilung dieser im galvanischen Bade (und, wie wir früher sahen, in wesentlich ähnlicher, höchstens graduell verschiedener Art im faradischen Bade) auftretenden Veränderungen der Pulsfrequenz, Respirationsfrequenz und Temperatur haben wir uns zunächst zu vergegenwärtigen, dass wir es hier nicht etwa mit Wirkungen des einfachen indifferent-warmen Bades als solchen zu thun haben. Dem indifferent-warmen einfachen Vollbade von 35 bis 37° C. (28—29° R.), also der in meinen Versuchen ausnahmslos benutzten Badetemperatur, kommen analoge Wirkungen — wie dies vielfache ältere und auch von mir bestätigte Controlversuche ergeben haben —, überdies in solcher Regelmässigkeit und Intensität, durchaus nicht zu. Wohl aber finden wir dieselben als eine ziemlich regelmässige Begleit- oder Folgeerscheinung der thermisch und chemisch erregenden Badeformen; also der kälteren wärmeentziehenden Bäder von erheblich weniger als 35° und der, chemisch irritirende

Fig. 9.




Puls, Temperatur und Respiration im galvanischen Bade. Die Lange der Abscissenaxe in den einzelnen Versuchen entspricht der Badedauer: ☐ = 10 Minuten.

Substanzen enthaltenden Mineral- und Gasbäder. Insbesondere wirken in sehr ähnlicher Weise die stark kohlensäurehaltigen Mineralbäder, wie dies von neueren Versuchen u. A. die von Scholz (Cudowa) mit den dortigen kohlensäurehaltigen Stahlbädern angestellten bestätigen; die Wirkung dieser letzteren Badeformen ist ja überhaupt nach den heutigentags herrschenden Anschauungen auf diesen hautreizenden Factor, die Kohlensäure, in erster Linie zurückzuführen. Aehnlich scheint es sich auch mit den Moorbädern zu verhalten, nach den neueren Versuchen von Fellner, der u. A. im flüssigen, mitteldichten Moorbade von 27° R. constant ein Absinken der Temperatur (in der Mundhöhle gemessen) um 0·2—0·45° C. nachwies. Dass im chemisch reizenden Mineralbade von übrigens indifferenter Temperatur neben dem Herabgehen der Pulsfrequenz auch ein solches der Athemfrequenz, mit gleichzeitiger Vertiefung der einzelnen Athemzüge, stattfinden kann, ist aus älteren Versuchen bekannt. — Wir können daher sagen, dass die hydroelektrischen, indifferent-warmen, einfachen Wasserbäder (die somit thermisch und chemisch reizlose Badeformen repräsentiren) bezüglich ihrer Wirkung auf Puls- und Respirationsfrequenz und Temperatur sich den hautreizenden, thermisch und chemisch irritirenden Badeformen analog verhalten. — Die Wichtigkeit dieses Befundes leuchtet ein, und wir werden bei Erörterung der Indicationsstellung für die elektrischen Bäder noch weiter darauf zurückkommen. Ob auch bezüglich anderer Punkte, welche mit den vorstehend erörterten in engem Zusammenhange stehen (Vermehrung des ausgeathmeten Luftvolumens und der darin enthaltenen Kohlensäuremenge, Vermehrung der Harnmenge, resp. des Harnwassers im Vergleiche zu den festen Bestandtheilen u. s. w.) eine solche Uebereinstimmung zwischen den hydroelektrischen und den anderweitig hautreizenden Bädern stattfindet, ist durch weitere Specialuntersuchungen zu entscheiden.

Dagegen möchte ich, was die Einwirkung auf die Pulsfrequenz und namentlich die starke Herabsetzung derselben im galvanischen Bade anbelangt, noch auf einen anderen Umstand Bezug nehmen. Es kann nämlich auch durch bestimmte locale Galvanisationsweisen eine ganz analoge Ein-

wirkung beim gesunden Menschen hervorgerufen werden, wie ich dies schon 1868 in meinen mit Schmidt-Rimpler zusammen ausgeführten bezüglichen Untersuchungen [18]) dargethan habe. Sowohl starke galvanische Ströme am Halse, an der Dorsal- und Lumbalwirbelsäule, wie auch starke faradische Pinselung an entfernteren Körperstellen (Oberschenkeln etc.) können — letztere nach anfänglicher Beschleunigung — die Zahl der Herzcontractionen vorübergehend mehr oder minder erheblich herabdrücken. Diese Verminderung kann 4—16 Schläge und darüber in der Minute betragen. Mit der Abnahme der Pulsfrequenz ist, wie wir damals fanden, unter gewissen Umständen auch eine anderweitige Veränderung des Pulses in Bezug auf Grösse, Umfang und Spannung verbunden, wie dies die an der Carotis, Radialis und anderen Arterien mittelst des Marey'schen Sphygmographen aufgenommenen Pulsbilder deutlich illustriren. Insbesondere zeigte sich bei starken absteigenden Rückenmarksplexusströmen neben einer geringen Abnahme der Pulsfrequenz eine ausgesprochene Veränderung der Radialcurve in dem Sinne, dass auf eine verminderte Spannung in derselben (durch Verringerung des arteriellen Tonus?) zu schliessen war; schwächere Ascensionslinie, geringere Amplitude, Verbreiterung des Curvengipfels oder Anakrotie, und geringe Entwicklung der Elasticitäts-Elevationen. Die Curven in Figur 10 bei *S* zeigen diese Veränderungen

Fig. 10.

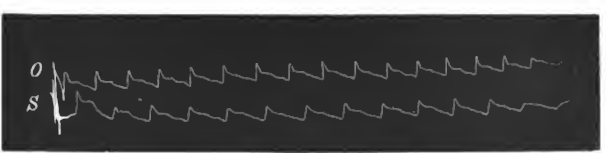



sehr merklich im Vergleich zu denen bei *O*; beide sind hintereinander an der Radialis der Versuchsperson aufgenommen, bei Galvanisation des rechten Brachialplexus mit starkem absteigenden Strome; die Curvenreihe *O* bei noch geöffneter, *S* bei

[18]) Ueber den Einfluss bestimmter Galvanisationsweisen auf die Pupille, die Herzaction und den Gefässtonus beim Menschen. Centralblatt f. d. med. Wissenschaften 1868, Nr. 21 und 22.

geschlossener Kette. Die gleichzeitige Herabsetzung der Pulsfrequenz unmittelbar nach dem Kettenschlusse, welche sich auch graphisch durch Verbreiterung der Curvenbasis ausspricht, beträgt 6 (von 60 auf 54). — In Figur 11 dagegen finden wir

Fig. 11.




eine sogar erheblich stärkere Abnahme der Pulsfrequenz (von 88 auf 72) ohne irgend welche auffällige Veränderung der Pulsbilder; die Curvenreihen *O* und *S* zeigen, abgesehen von der grösseren Breite der Einzelcurven in letzterer, im Uebrigen ein wesentlich übereinstimmendes Gepräge. Hier war die sog. Galvanisation am Sympathicus (in der Form der hinteren Halsgalvanisation) vorgenommen. Wie ich nun damals schon (in der oben citirten kleinen Mittheilung) hervorhob, sind die bei bestimmten Galvanisationsweisen beobachteten Veränderungen der Herzaction und der arteriellen Blutbewegung auf zwei Factoren zurückzuführen: einen für das ganze Gefässsystem wirkenden, die veränderten Innervationsverhältnisse des Herzens — und einen von mehr localer Bedeutung, die Veränderungen des arteriellen Tonus in einem grösseren Gefässabschnitte (Gefässgebiet der Carotis oder Radialis). Die Wirkung auf das Herz, welche sich bei verschiedenen Galvanisationsweisen gleichmässig in der vorübergehend oder nachhaltiger auftretenden Verlangsamung der Pulsfrequenz kundgibt, hat ihren Grund wahrscheinlich in einer reflectorisch, von den sensibeln Hautnerven aus hervorgerufenen Erregung des regulatorischen Herznervensystems, der Nn. vagi. Dieses letztere Moment nun kommt in gleicher und sogar in erheblich verstärkter Weise auch für das hautreizende, faradische und galvanische Bad wesentlich in Betracht; während dagegen die reflectorisch auf den Tonus einzelner Körperprovinzen geübten Einflüsse sich einer sicheren

Beurtheilung unter Zugrundelegung der im Bade obwaltenden Verhältnisse einstweilen noch völlig entziehen.

Einen weiteren Gegenstand der Untersuchung bildeten die Einwirkungen auf die Motilität, die im galvanischen Bade beobachteten motorischen Reizerscheinungen und die erregbarkeitsverändernden Wirkungen. Da sich für ein genaueres Studium dieser Erscheinungen die Versuche an Menschen nicht als ausreichend erwiesen, so wurden daneben Thierversuche, besonders solche an Fröschen, in grösserer Anzahl vorgenommen, deren Resultate sich weiter unten zusammengestellt finden.

Motorische Reizerscheinungen (Zuckungen) treten im galvanischen Bade erst dann auf, wenn die absolute Stromstärke eine gewisse, meist ziemlich beträchtliche Höhe erreicht und wenn plötzliche Intensitätsschwankungen des Stromes, in Form von Stromwendung, Schliessung, Anschwellen des Stromes u. s. w. zur Anwendung kommen. In Bezug auf den Ort, Umfang und die Stärke der Zuckungen ist ferner der Umstand massgebend, dass das Zustandekommen derselben eine gewisse, von der regionären Stromdichtigkeit abhängige Intensität der polaren Wirkung in den afficirten Körpertheilen erfordert.

Bei der am Menschen überall festgehaltenen Anordnung des monopolaren galvanischen Bades habe ich motorische Reizerscheinungen in der Regel erst bei einer absoluten Stromstärke von mindestens 7—10 M. W. (auf die oben genannten Reizmomente) eintreten sehen. Nur in einem einzigen Falle zeigten sich dieselben schon bei einer sehr viel geringeren Stromstärke, nämlich bei einer solchen von 4 M. W., auf Stromwendung zur Kathode (s. u.); es betraf dieser Fall einen 14jährigen Negerknaben, den an einer zweifelhaften Hautkrankheit leidenden und mit Einreibungen von Bals. Peruv. u. dgl. behandelten Burschen eines bekannten hiesigen Prestidigitateurs, bei welchem daher einigermaassen von der Norm abweichende Verhältnisse angenommen werden konnten. — Umgekehrt waren in einzelnen Fällen erheblich stärkere Gesammtströme, bis zu 15 M. W., erforderlich, um minimale Zuckungen zu erzielen. Auch diese Verschiedenheit weist darauf hin, dass neben der

Stromstärke die speciellen Verhältnisse der Stromdichtigkeit und der damit zusammenhängenden Intensität der polaren Wirkung einen wesentlichen Einfluss ausüben.

Die Zuckungen zeigen sich stets zuerst und am leichtesten bei Stromwendung, demnächst bei Schliessung und endlich bei anschwellenden Strömen (positivem Intensitätszuwachs), wogegen ich Oeffnungszuckungen im galvanischen Bade beim Menschen nur verhältnissmässig selten, erst bei sehr starken Strömen (15 M. W. und darüber), und Zuckungen auf Abschwellen des Stromes (den galvanischen Geschmacks- und Gesichtsempfindungen im Bade entsprechend) gar nicht beobachtet habe.

Die Zuckungen manifestiren sich in der Regel sowohl im Kathoden-, wie im Anodenbade zuerst und am deutlichsten an den ausserhalb des Bades in der Nähe der Nebenelektrode befindlichen Körpertheilen (Hände und Vorderarme, selbst bis zu Oberarm und Schulter aufwärts) — seltener und später erst an den im Bade belegenen Theilen (Unterextremitäten). Soweit es sich um Zuckungen auf Stromwendung handelt, entstehen dieselben stets viel leichter und stärker, wenn die in den Händen befindliche Elektrode zur Kathode wird, als bei umgekehrter Anordnung (Wendung zur Anode). Ganz ebenso verhält es sich auch hinsichtlich der Schliessung (K. S. Z. > A. S. Z.). Befindet sich die Nebenelektrode, statt wie gewöhnlich in den Händen, etwa in der Schulternackengegend der Versuchsperson, so tritt auch hier zuerst die Zuckung ein; es zucken dann die Cucullares, Sternocleidomastoidei u. s. w., unter Umständen selbst die Gesichtsmuskeln. Auch die Zuckung der im Bade befindlichen Theile (Unterextremitäten) erfolgt früher, wenn die Hauptelektrode Kathode ist oder wird, auf Kathodenschliessung, Kathodenwendung, als bei umgekehrtem Verhältnisse. Es erzielt sich aus allen diesen Thatsachen, was übrigens schon von vornherein einleuchtet, dass, damit Zuckungen im galvanischen Bade entstehen können, die polare Wirkung in einzelnen Körpertheilen zu einer relativ bedeutenden Höhe gesteigert sein muss, und zwar gilt dies speciell für die Kathode, mag es sich nun um eine primäre, directe oder um die secundäre, indirecte (virtuelle) Kathodenwirkung handeln. Hierzu ist, wie wir aus den früheren

Erörterungen über die relative Stromdichtigkeit im monopolaren elektrischen Bade wissen, in den ausserhalb des Bades befindlichen und der Einwirkung der Nebenelektrode ausgesetzten Körpertheilen, der weiteste Spielraum gegeben. Die Stromdichtigkeit ist hier am grössten; sowohl die unmittelbare Wirkung des der Nebenelektrode entsprechenden Pols, wie auch die Wirkung der in dessen Nachbarschaft anzunehmenden virtuellen Gegenelektrode kann hier am ersten und kräftigsten zur Erscheinung gelangen. Dazu kommt, dass bei der gewöhnlichen Anordnung (Nebenelektrode in den Händen) der relativ kleine Querschnitt die Entfaltung einer grossen Stromdichtigkeit gestattet und die grosse Beweglichkeit der Theile ohnehin das Zustandekommen und Sichtbarwerden von Bewegungsphänomenen an denselben begünstigt.

Man kann sich übrigens auch hier wiederum, ohne zu baden, leicht einen Begriff von den zuckungerregenden Wirkungen und der Stärke derselben im galvanischen Bade verschaffen, wenn man eine Hand in das Bad eintaucht, mit der anderen den angefeuchteten Metallstab ausserhalb des Bades berührt. Bei einer gewissen Stromstärke (10 M. W. und darüber) bekommt man dann deutliche und eventuell selbst sehr heftige Zuckungen auf Stromwendung, Schliessung u. s. w., den obigen Bedingungen entsprechend, bald in einer, bald in beiden Händen. — Vergleichen wir die Stromstärke, welche zum Zustandekommen von Zuckungen im galvanischen Bade erforderlich ist, mit derjenigen, welche bei der gewöhnlichen percutanen Galvanisation ausserhalb des Bades dafür normalerweise in Anspruch genommen wird, so sehen wir, dass Zuckungen im Bade erst bei sehr viel grösserer Stromstärke entstehen, als bei localisirter Galvanisation. Wird letztere mittelst Reizung der motorischen oder gemischten Nervenstämme ausgeführt, so ergeben sich erheblich geringere Werthe; Weiss[19]) fand z. B. die minimale K. S. Z. am Facialis, Radialis, Ulnaris, Medianus, Accessorius, Peroneus schon bei $1^1/_2$—$3^1/_2$ M. W., A.S.Z. und A.O.Z., bei $2^1/_2$—$4^1/_2$ M. W., K.S.Te bei 5—$7^1/_2$ M. W. Zwar ist hier die Querschnittsgrösse der Elektroden nicht angegeben, doch sind wohl Elektroden

[19]) Weiss, zur Messung der Intensität galvanischer Ströme in der Elektrotherapie. Centralblatt für die ges. Therapie, Januar 1883, pag. 9.

mit sehr kleiner Contactfläche, wie sie ja zur Reizung einzelner oberflächlicher Nervenstämme in der Regel benutzt werden, gemeint. Die Dichtigkeit des Stromes in dem unmittelbar unter der Reizelektrode oberflächlich gelegenen Nervenstamme muss hierbei natürlich eine sehr grosse sein; der Strom tritt mit fast unverminderter Stärke und Dichtigkeit in den Nerven ein, resp. aus demselben aus. Die auf solche Weise erhaltenen Werthe können also gar nicht in Vergleich gestellt werden mit den im galvanischen Bade gewonnenen, wo ja ganz andere Verhältnisse vorliegen, und die Zuckungen überdies nicht vom Nerven aus, sondern überwiegend auf dem Wege directer (intramusculären) Reizung herbeigeführt werden. — Schliesslich sei zur Vermeidung von Missverständnissen hervorgehoben, dass das Gefühl der Wendung oder Schliessung im galvanischen Bade schon bei sehr viel geringerer Stromstärke (unter Umständen 2—4 M. W.) aufzutreten pflegt, als die wirkliche Zuckung.

Um die Veränderungen der motorischen Erregbarkeit im galvanischen Bade zu bestimmen, musste das Zuckungsminimum vor und nach dem Bade (sowie während desselben) gemessen werden. Dies geschah in bekannter Art auf zweierlei Weise; einmal mittelst faradischer Ströme (tetanisirender, secundärer Inductionsströme) durch Bestimmung desjenigen Rollenabstandes der secundären Spirale von der primären, welcher an den geprüften Nerven und Muskeln zuerst eine deutlich wahrnehmbare Zuckung auslöste; sodann mittelst galvanischer Ströme, durch Bestimmung der minimalen K. S. Z. oder der auf Wendung zur Kathode eintretenden Minimalzuckung.

Es liess sich hierbei im Allgemeinen an den geprüften Nervenstämmen und Muskeln, soweit dieselben den im Bade befindlichen Körpertheilen angehörten (N. peroneus, tibialis, cruralis; M. vastus int. und ext. u. s. w.) eine deutliche Herabsetzung der Erregbarkeit im Laufe des Bades constatiren, während dagegen an den nicht eingetauchten Theilen die Erregbarkeit im Grossen und Ganzen unverändert blieb oder öfters in der Nähe der Nebenelektrode sogar eine geringe Zunahme erkennen liess (N. ulnaris und medianus über dem Handgelenk; Mm. interossei, opponens pollicis u. s. w.). — Soweit die Ungleichheiten sich

während des Bades selbst, im Anfange und am Ende desselben herausstellten, konnten dieselben vielleicht auf Rechnung der, wie wir sahen, während des Bades häufig absinkenden Stromstärke geschoben werden. Es musste daher diesem Momente dadurch begegnet werden, dass, sobald die Nadelablenkung eine geringere zu werden anfing, dieselbe durch passende Vermehrung der Elementenzahl, Einschaltung grösserer Rheostatwiderstände in der Nebenschliessung u. s. w. wieder auf ihren früheren Stand gebracht und auf diesem möglichst gleichmässig erhalten wurde. Aber auch unter steter Berücksichtigung dieser Cautelen liess sich in den meisten Fällen ein merkliches, in einzelnen Fällen selbst ein sehr rasches und stetiges Absinken der Erregbarkeit wahrnehmen. Bei dem oben erwähnten jungen Neger z. B. genügte, wie erwähnt wurde, anfangs eine Stromstärke von 4 M. W. (= 10 Siemen'schen Elementen), um im Kathodenbade, bei in den Händen fixirter Nebenelektrode, auf jede Stromwendung sehr deutliche Zuckung in den Handmuskeln, besonders im Opponens und den Flexores pollicis u. s. w. hervorzurufen; bei gleicher Stromstärke erfolgte die Zuckung auf Stromwendung, auch wenn die Nebenelektrode (Anode) im Nacken angelegt wurde, an den Schulter- und Halsmuskeln (Cucullares, Sternocleidomastoidei u. s. w.); bei einer Stromstärke von 6 M. W. erfolgte auf Wendung, besonders zur Kathode, Zuckung der im Bade befindlichen Unterextremitäten, ziemlich gleichmässig an Ober- und Unterschenkeln und Füssen. Die Lage der im Bade befindlichen Hauptelektrode war dabei ohne Bedeutung. Das Bad dauerte 30 Minuten, die Stromstärke wurde während derselben auf 4 M. W. normirt, zu welchem Zwecke die Elementenzahl allmälig bis auf 18 gesteigert werden musste (die ursprünglichen 10 Elemente ergaben am Ende des Bades nur noch $2^1/_2$ M. W. Stromstärke). Trotzdem sank die Erregbarkeit im Verlaufe des Bades fortdauernd merklich, und konnte am Schlusse desselben erst mit $4^1/_2$—5 M. W. an den Handmuskeln, mit 8 M. W. an den Unterextremitäten bei Wendung der betreffenden Elektrode zur Kathode eine schwache Zuckung (K. W. Z) ausgelöst werden.

Oefters zeigte sich überdies das Phänomen, dass durch eine rasch wiederholte mehrmalige Oeffnung und Schliessung oder Stromwendung, bei gleichbleibender Stromstärke, die motorische Erregbarkeit im Bade vorübergehend sehr beträchtlich

herabgedrückt werden konnte, während beim Aussetzen derartiger Reizmomente die Erregbarkeit sich bis zu einem gewissen Grade rasch wiederherstellte. — Immerhin geben alle diese Versuche am Menschen aus leicht begreiflichen Gründen keine ganz klaren und unzweideutigen Resultate. Sie lassen namentlich auch das Bedenken bestehen, ob nicht die Verminderung der Erregbarkeit während des Bades nur eine scheinbare, vielmehr als Folge des früher erörterten Anwachsens des Körperwiderstandes, (welcher zuweilen ja bis fast auf das Doppelte des dafür gefundenen Anfangswerthes steigt!) zu betrachten sein könne. Ausserdem ist es klar, dass wir am Menschen nur dazu gelangen können, die peripherische Erregbarkeit (Anspruchsfähigkeit) der Nerven und Muskeln für den elektrischen Reiz, nicht aber auch die Erregbarkeit der nervösen Centralorgane im Wege des Versuchs zu bestimmen. Es schien daher nothwendig, als Ergänzung dieser Versuche über die Motilität Thierversuche anzustellen, zu welchen, nachdem einige Vorversuche an Kaninchen diese als weniger geeignet ergeben hatten, Frösche als bequemste und die genaueste Ermittlung der Badewirkung gestattende Objecte fast ausschliesslich benutzt wurden.

Diese im Folgenden zusammengestellten Versuche mögen zugleich dazu dienen, um über die Stromverhältnisse und dadurch bedingten Wirkungen im **dipolaren** (faradischen und galvanischen) Bade eine klarere Anschauung zu geben, als es die Anwendung dieser Badeform beim Menschen aus den früher erörterten Gründen gestattet.

## Thierversuche.

### Versuche an Fröschen.

#### 1. Faradisches Bad.

In ein mit Wasser oder mit $^1/_2$ %iger Kochsalzlösung gefülltes, ca. 4 Liter enthaltendes, geeignetes Porzellan- oder Glasgefäss wird ein mit den Kiefern an einem Stativ befestigter Frosch derartig hineingehängt, dass er mit dem ganzen Unterkörper bis zum Becken in die Flüssigkeit eintaucht. Darauf wird der secundäre Inductionsstrom eines kräftigen Schlittenapparates (secundäre Spirale mit 9800 Windungen; Batterie von 2 Dan. Elementen) mittelst zweier grosser cylindrischer

Metallhülsen oder entsprechender Plattenelektroden in das Bad geleitet. Gibt man den zuleitenden Elektroden eine solche Stellung, dass sich dieselben in gleichbleibender Entfernung vom Frosche, die eine vor, die andere hinter dem Körper des Thieres oder auch beide seitlich von demselben befinden, dass letzteres also in der Richtung des Hauptstromes oder der grössten Stromdichtigkeit zwischen den Elektroden eingeschaltet ist, so geräth der Frosch von einem gewissen Rollenabstande ab in deutlich sichtbare tetanische Zuckung (Streckung der Unterextremitäten), die bei weiterer Annäherung der Spiralen allmälig verstärkt wird. Dieses „Zuckungsminimum" lag bei der obigen Versuchsanordnung durchschnittlich zwischen 100 und 120 Mm. Rollenabstand des Apparates; schwächere Ströme (grössere Spiralenabstände) blieben anscheinend noch ganz ohne Wirkung.

Man kann den Versuch einfacher und dabei wirksamer so wiederholen, dass man den Frosch nicht vertical mit dem Unterkörper in das Bad hineinhängt, sondern denselben in sitzender Stellung in gleichmässigem Abstande von beiden Elektroden fixirt, und zwar so, dass der Hauptstrom in transversaler Richtung (von einer Seite zur anderen) durch den Körper des Thieres hindurchgeht. Der Versuch ist, in dieser Form angestellt, auch noch instructiver. Ist nämlich der Strom sehr schwach, Rollenabstand weit grösser als in obigem Versuche, so zuckt zunächst nur die eine Seitenhälfte des Thieres, und zwar ausnahmslos diejenige, welche sich der negativen Elektrode (des Oeffnungsstromes) näher befindet; oft sogar, z. B. bei diagonaler Stellung des Frosches, nur die dieser Elektrode nächstgelegene Vorder- oder Hinterpfote. Erst bei allmäliger Verstärkung des Stromes bis auf einen dem obigen Rollenabstand entsprechenden Grad tritt eine tonische Gesammtzuckung (Tetanus) ein. Ueberträgt man ferner auf den Frosch nur den einmaligen Oeffnungsschlag einer genügend starken primären oder secundären Spirale mittelst eines Schlüssels, bei feststehender Hammervorrichtung, so erfolgt von einer gewissen Stromstärke ab jedesmal eine einzelne kurze Oeffnungszuckung, resp. Oeffnungstetanus; Schliessungsschläge (der secundären Spirale) geben dagegen meist keine deutliche Wirkung.

Es ist, besonders wenn man die Versuche mit dem am Stativ hängenden Frosch wiederholt, von grosser Wichtigkeit, Spiralen mit zahlreichen Windungen, genügend starke Batterien und Elektroden von grosser Oberfläche zur Zuleitung zu benutzen. Schwache Spiralen, zu schwache Batterienströme, feine oder gar drahtförmige Elektroden u. s. w. liefern bei der dipolaren Badeform, um die es sich hier handelt, gar keine oder nur ganz minimale und unsichere Wirkung. Anders natürlich, wenn man den Strom auf dem Froschkörper selbst schliesst, also die monopolare Badeform — wie bei den am Menschen angestellten Versuchen — substituirt: alsdann genügen schon ausserordentlich schwache Ströme, sehr weite Rollenabstände u. s. w., um heftigen Tetanus hervorzurufen, resp. um die einzelnen Oeffnungs- oder Schliessungsschläge zu sichtbarer Wirkung zu steigern.

### 2. Galvanisches Bad.

Benutzt wurde der Strom eines transportabeln Hirschmann'schen Apparates für den constanten Strom (D. R. P. Nr. 9467) von 40 Elementen (Zink-Kohle), mit welchem ausserdem ein Kurbelrheostat von 5000 Siemens'schen Einheiten in Verbindung gesetzt werden konnte. Das An- und Abschwellen des Stromes wurde daher theils durch Veränderung der Elementenzahl an dem mit Kurbeldrehung versehenen Stromwähler, theils durch Einschaltung beliebiger Rheostatwiderstände in der Nebenschliessung bewirkt. Der Strom wurde dem Bade mittelst grosser (12 Ctm. Länge auf 6 Ctm. Breite) mit Leinwand umwickelter Plattenelektroden zugeleitet; Schliessung und Oeffnung geschahen im metallischen Theile der Kette, durch einen Schlüssel, oder bequemer durch einen im Heft der Elektrode angebrachten Unterbrecher. Die sonstige Versuchsanordnung wie im faradischen Bade.

Bringt man auch hier wiederum den sitzenden Frosch so zwischen die beiden Elektroden, dass der Hauptstrom in transversaler Richtung von einer Seite zur anderen den eingeschalteten Thierkörper trifft und lässt nun die Stromstärke in der angegebenen Weise allmälig anwachsen: so zeigt sich ganz ausnahmslos, dass bei einem gewissen Stromstärkeminimum auf jedesmalige Stromschliessung eine einseitige Zuckung, **und zwar stets auf der Seite der Kathode,** eintritt. (Strom von 4—5 Elementen der obigen Batterie; N. Abl. nach rechts 5—6° — nach Vergleich mit dem Einheitsgalvanometer einer absoluten Stromstärke von $6^1/_2$—7 M. W. entsprechend.) Diese Minimalzuckung zeigt sich je nach der Lagerung des Frosches bald in Vorder- und Hinterpfote, bald nur in der einen oder der anderen auf der

Kathodenseite. Wendet man, nach vorheriger Unterbrechung, den Strom mittelst des Commutators am Apparate, so erfolgt die jedesmalige Schliessungszuckung nun in sonst gleicher Weise auf der entgegengesetzten Seite des Thierkörpers. Also offenbar reine K. S. Z. Lässt man nun die Stromstärke allmälig anwachsen (von 4 auf 5, resp. 5 auf 6 Elemente u. s. w.), so bekommt man stärkere und beiderseitige Schliessungszuckung (immerhin jedoch ausgesprochener auf der Kathodenseite des Thieres), sowie Zuckung auf positive Intensitätsschwankung bei geschlossener Kette (Anschwellen des Stromes); dagegen in der Regel keine Oeffnungszuckungen und ebensowenig Zuckungen auf negative Intensitätsschwankungen bei geschlossener Kette. Selbst bei einer unter den gegebenen Verhältnissen sehr beträchtlichen Stromstärke von 10—12 Elementen, N. Abl. 10—11°, entsprechend 10 M. W. und darüber, welche dem Frosch fast unerträglich war und denselben in lebhafte Unruhe versetzte, traten anfangs Oeffnungszuckungen nicht ein. Es darf hieraus wohl geschlossen werden, dass auch auf der der Anode näherliegenden Körperseite des Thieres in diesem Versuchsstadium der Einfluss der (directen oder virtuellen) Kathode, d. h. der katelektrotonische Zustand vorherschend war, so dass in Folge dessen bei Stromöffnung eine merkliche zuckungerregende Wirkung, dem Verschwinden des Anelektrotonus entsprechend, nicht eintreten konnte.

Bringt man den Frosch in eine schräge (mehr diagonale) Richtung zu den beiden Zuleitungselektroden, so zeigen sich die Zuckungen ausnahmslos zuerst an den der Kathode zunächst gelegenen Gliedmassen: Vorder- oder Hinterpfote der betreffenden Seite. — Versetzt man endlich den Frosch in eine solche Lage, dass der Hauptstrom nicht quer oder diagonal, sondern vertical durch den Thierkörper, also der Gehirn-Rückenmarksaxe desselben entsprechend, hindurchgeht, so erfolgt, wenn der Unterkörper sich auf der Seite der Kathode befindet, bei minimaler Stromstärke eine bilaterale Zuckung der Unterextremitäten in Form tetanischer Streckung derselben bei jedesmaligem Schliessen oder beim Anschwellen des Stromes; wenn dagegen das obere Körperende des Thieres sich auf der Kathodenseite befindet, so erfolgt bei minimaler Stromstärke eine gleichartige Zuckung in den Vorderextremitäten — bei Stromwendung wieder eine solche in den Hinterextremitäten des Thieres.

Weitere Versuche ergeben, dass im galvanischen Bade die motorische Erregbarkeit (für Stromschliessung, resp. positiven Intensitätszuwachs) in der Regel erst etwas zunimmt, nach einiger Zeit jedoch merklich und anhaltend abnimmt; oder auch selbst unmittelbar abnimmt ohne eine deutlich voraufgegangene Erhöhung. Man erhält somit nach einer gewissen Dauer des Bades, resp. nach wiederholtem Schliessen und Oeffnen bereits Schliessungszuckungen bei geringerer Elementenzahl und entsprechend verkleinerter Nadelablenkung (3, selbst 2 Elemente) und Zuckungen bei anschwellendem Strom von 3 auf 4, resp. 2 auf 3 Elemente; später dagegen erhält man Schliessungszuckungen erst bei einer grösseren Elementenzahl als der ursprünglich benutzten (z. B. in der obigen Versuchsanordnung erst bei 6—8) mit entsprechend grösserer Nadelablenkung, oder Zuckungen bei anschwellendem Strome ebenfalls erst mit 6—8 oder noch mehr Elementen. Dieses Stadium herabgesetzter Erregbarkeit ist durchschnittlich nach 5—10 Minuten Dauer des Bades, oft aber erheblich früher schon deutlich bemerkbar.

Das gleiche Ergebniss lässt sich in noch schärferer Weise demonstriren, wenn man den nach Siemens'schen Einheiten abgestuften Rheostat benutzt und denselben behufs Veränderung der Widerstände als Nebenschliessung einschaltet. Ich verwandte einen Kurbelrheostat von Hirschmann mit 3 Scheiben zu 50, 800, 5000, zusammen 5000 Einheiten. Geprüft wurde stets auf minimale K. S. Z.; der Frosch befand sich in querer Richtung zwischen den Elektroden, die linke Seite der Kathode zugewendet, so dass auf dieser Seite die minimale K. S. Z. ausschliesslich eintrat. Im Beginn eines solchen Versuches erfolgte die Minimalzuckung bei $VI^{300}$ (die römischen Zahlen zur Bezeichnung der Elementenzahl, die deutschen zur Angabe der Widerstandseinheiten am Rheostat). Nach 2 Minuten Zuckung bei gleicher Stärke nicht mehr constant, wohl aber bei $VI^{630}$; nach 5 Minuten nicht einmal mehr bei $VI^{6000}$, wohl aber bei $VIII^{0}$; nach 9 Minuten bei $VIII^{400}$; nach 20 Minuten erst bei $X^{300}$. Bei letzterer Stromstärke wurde der Frosch unruhig, war nicht mehr an seinem Platze zu erhalten, weshalb der Versuch abgebrochen werden musste.

Nach einer sehr prolongirten Einwirkung des galvanischen Bades in mässiger, für das Thier nicht empfindlicher Stärke (5—6 M. W.) sinkt die Erregbarkeit für Schliessung, namentlich mit der Kathode, und für anschwellende Ströme immer mehr, während dagegen Oeffnungszuckungen verhältnissmässig leichter auftreten. Sehr häufig zeigen sich in diesen späteren Versuchsstadien die Oeffnungszuckungen überwiegend auf der Seite der Kathode, Schliessungszuckungen auf der Seite der

Anode (entsprechend der Reaction des ermüdeten und absterbenden Nerven); oder es erfolgt beim Schliessen bilaterale, aber jetzt auf der Anodenseite stärkere Zuckung. Dieses Stadium kann nach 30—60 Minuten Dauer des Versuches, oder unter Umständen noch später zur Beobachtung kommen.

Gegen die nach allen diesen Versuchen nahe liegende Annahme, dass die motorische Erregbarkeit durch das galvanische Bad herabgesetzt werde, lassen sich zunächst zwei Einwände erheben, welche vorher entkräftet werden müssen; nämlich:

1. Es könnte während der Versuchsdauer durch Abnahme der elektromotorischen Kraft oder Zunahme der inneren Widerstände (Usur und Polarisation der benutzten Elemente) die Stromstärke eine rasch anwachsende Verminderung erfahren, welche die Abnahme der motorischen Erregbarkeit bei gleichbleibender Elementenzahl u. s. w. lediglich vortäuschte.

2. Es könnte durch die benutzte Badeflüssigkeit ($^1/_2$% Kochsalzlösung) an sich die Erregbarkeit eine entsprechende Beeinflussung erfahren.

Die erstere Annahme ist von vornherein nicht sehr wahrscheinlich, weil es sich bei der Erregbarkeitsherabsetzung nur um ziemlich kleine Zeiträume (2—20 Minuten in dem oben mitgetheilten Versuche) handelt; ferner auch wegen der in manchen Fällen vorausgehenden Erregbarkeitssteigerung. Man kann aber überdies durch Prüfung mittelst des Galvanometers die Unhaltbarkeit jenes Einwandes direct constatiren. Lasse ich den Strom von 2 Elementen der benutzten, frischgefüllten Batterie (welcher bereits stark wasserzersetzend wirkt) in ein mit $^1/_2$% Kochsalzlösung gefülltes Gefäss mittelst zweier Leitungsdrähte eintauchen, so dass die Kette durch die Flüssigkeit geschlossen wird, so erhalte ich am Galvanoskop (mit 150 L. W.) eine Nadelablenkung von 5° nach rechts einer Stromstärke von $6^1/_2$ M. W. entsprechend); genau die gleiche Nadelablenkung ist aber auch nach 40 Min. dauernder Arbeit der Elemente noch vorhanden — also der doppelten Zeit der obigen Versuchsdauer.

Anderweitige Prüfungen ergaben, dass elektromotorische Kraft und Widerstand der Elemente sich selbst nach $1—1^1/_4$-stündigem unausgesetzten Gebrauche desselben wenigstens nicht merklich verändern.

Um den zweiten Einwand zu beseitigen, wurden Controlversuche in doppelter Weise vorgenommen; einmal wurde die Kochsalzlösung durch das zusatzlose Wasser der Wasserleitung ersetzt, in welchem sich die Frösche des Laboratoriums befanden — wobei sich genau das nämliche Resultat herausstellte; sodann wurden die Frösche längere Zeit in $^1/_2$% Kochsalzlösung, ohne Einleiten des galvanischen Stromes, aufbewahrt und von Zeit zu Zeit einer Prüfung ihrer Erregbarkeit unterworfen, wobei letztere entweder durch minimale K.S.Z. oder auch durch den einmaligen Oeffnungsschlag einer Inductionsspirale geprüft wurde. Hierbei zeigte sich nun, dass nicht nur im $^1/_2$% Kochsalzbade die Erregbarkeit der Frösche nicht abnahm, sondern dass dieselbe vielmehr stetig und in manchen Fällen beträchtlich stieg. (So in einem Falle initiale K.S.Z. bei 6 Elementen; nach 10 Minuten schwache K. S. Z. bei 4, Zuckung beim Anschwellen von 4—6; nach 20 Minuten K. S. Te. bei 4, schwache Zuckung bei anschwellendem Strome von 2—4 u. s. w. — Gleiche Resultate bei Prüfungen mittelst des Rheostaten.) — Auch nach 24stündigem Verweilen der Frösche in $^1/_2$%iger Kochsalzlösung zeigte sich übrigens die Erregbarkeit derselben noch in keiner Weise vermindert, was mit den bekannten älteren Versuchen von P. Guttmann und Andern über die relative Unschädlichkeit der Natriumverbindungen (im Gegensatze zu den entsprechenden Kaliumverbindungen) bei äusserlicher Application derselben in schwacher Lösung durchaus übereinstimmt.

---

Zur weiteren Verfolgung der erhaltenen Resultate wurden von mir einige Versuche über das Verhalten strychnisirter Frösche im galvanischen Bade gemacht, welche ebenfalls sowohl die meist vorhandene initiale Erregbarkeitssteigerung, wie das rasch darauffolgende Sinken der motorischen Energie bei den Thieren bestätigen. Es stellte sich nämlich heraus, dass bei gleich kräftigen, mit gleich grosser Strychnindosis vergifteten Fröschen diejenigen, welche sofort nach der Vergiftung in's galvanische Bad gesetzt wurden, früher in Tetanus verfielen, letzterer aber weniger intensiv und namentlich von ausgesprochen kürzerer Dauer war, und die Thiere ihre hochgradig gesteigerte Reflexerregbarkeit überhaupt rascher einbüssten,

der Uebergang in das paralytische Stadium bei ihnen weit schneller erfolgte. So erklärte sich auch ein anfangs überraschender (und — mit Rücksicht auf die naheliegende therapeutische Nutzanwendung — nicht gerade angenehm überraschender) Umstand: dass nämlich bei gleicher, nicht zu grosser Vergiftungsdosis die im Bade befindlichen Frösche regelmässig starben, während die ausserhalb des Bades gebliebenen sich öfters wiedererholten, dann aber noch längere Zeit die Erscheinungen gesteigerter Reflexerregbarkeit darboten.

Der folgende Parallelversuch mag als Beispiel dienen:

Zwei möglichst gleich gross und kräftig ausgewählte Exemplare von R. temporaria wurden zu gleicher Zeit durch Injection von 0·004 Strychn. nitr. (= 0·4 einer $^1/_{10}$%igen Strichninnitratlösung) vergiftet darauf der eine *(a)* sofort wieder in seinen früheren Behälter zurückversetzt, der andere *(b)* dagegen in's galvanische Bad gebracht, in welches der Strom von 4 Elementen (N. Abl. 5° nach rechts, = $6^1/_2$ M. W.) geleitet wurde, und zwar so, dass der Hauptstrom in senkrechter Richtung (vom Kopf- zum Fussende) durch den Körper des Thieres hindurchging. Das Hineinsetzen in's Bad war nicht von Zuckung begleitet (dagegen erfolgte bei der angegebenen Stromstärke minimale K. S. Z.); das Thier zeigte während der ersten Minuten auch keine Unruhe.

Weiterer Verlauf: *b* verfällt schon nach 3 Minuten in spontane Streckkrämpfe, die jedoch nicht mit sehr grosser Heftigkeit auftreten; dieselben dauern nur wenige Minuten, alsdann verharrt der Frosch in liegender Stellung (Bauchlage, mit leicht flectirten, nicht angezogenen unteren Gliedmassen). Jeder stärkere Reiz (kräftiges Anblasen, Beklopfen) ruft eine einmalige Streckung hervor; diese Reaction wird jedoch nach kurzer Zeit immer schwächer und hört schon ungefähr 50 Minuten nach Beginn des Versuches ganz auf. Die motorische Erregbarkeit sinkt dem entsprechend sehr rasch; während sie im Anfange erhöht war (Zuckung bei anschwellendem Strome von 2—4 Elementen), tritt nach 30 Minuten K. S. Z. erst mit 6, Zuckung bei anschwellendem Strome erst mit 6—8 Elementen auf — zuweilen Oeffnungszuckung auf der Kathodenseite oder auf beiden Seiten (vgl. oben); nach 50 Minuten Schliessungszuckung mit 8 Elementen nur noch sehr schwach, bald auf der Kathoden-, bald auf der Anodenseite (Erschöpfungsreaction? vgl. oben), keine Zuckung bei anschwellenden Strömen bis zu 10 Elementen, keine Oeffnungszuckungen. Auf den Rücken gelegt, dreht sich der Frosch nicht mehr herum. Das Herz schlägt noch; Athmung dagegen nicht mehr deutlich sichtbar. Eine Erholung findet, obwohl der Frosch nach 60 Minuten aus dem Bade entfernt und in gewöhnliches Wasser gesetzt wurde, nicht statt.

*a* verfiel erst nach 9—10 Minuten plötzlich in äusserst intensive und stürmische tetanische Krämpfe, die, ohne auch nur momentan zu pausiren, gegen 3 Minuten mit völlig unverminderter Heftigkeit anhielten, fiel dann um, blieb regungslos in Rückenlage; seltene und vereinzelte Athemzüge (Kehlathmen), keine spontanen Bewegungen. Die reflectorische Erregbarkeit blieb aber erheblich gesteigert, so dass leise Berührung oder Anblasen, Beklopfen der Unterlage u. s. w. sofort eine tetanische Streckung der unteren Gliedmassen zur Folge hatte. Dieses Phänomen war auch 60—70 Minuten nach der Vergiftung

noch sehr ausgesprochen, der Zustand überhaupt unverändert. Am folgenden Tage war der Frosch am Leben, in sitzender Stellung mit angezogenen Hinterextremitäten, zeigte aber noch deutliche excessive Erregbarkeit auf mechanische und anderweitige Reize.

Offenbar geht aus diesem Parallelversuch hervor, dass der mit Strychnin vergiftete und in's galvanische Bad gesetzte Frosch wegen der initialen Erregbarkeitssteigerung rascher in Tetanus und wegen der rapiden Erregbarkeitsabnahme sehr bald in das paralytische Stadium verfiel, wodurch eine Erholung ausgeschlossen wurde, während bei seinem Cameraden ausserhalb des Bades der Tetanus erst viel später eintrat, die Erregbarkeit aber sehr viel länger gesteigert blieb und die Paralyse überhaupt nicht in gleicher Intensität zur Entwicklung gelangte.

## Versuche an Kaninchen.

Ueber diese in ähnlicher Art wie bei den Fröschen angestellten Versuche kann ich mit wenigen Andeutungen hinweggehen, da sie zu nennenswerthen abweichenden Resultaten nicht führten. — Die Thiere wurden schwebend in der Weise befestigt, dass die untere (hintere) Körperhälfte in die Badeflüssigkeit — schwach angesäuertes oder mit Kochsalz imprägnirtes Wasser von 37° C. — eintauchte; zu den Bädern wurde entweder eine kleine Holzwanne oder ein Metallgefäss (Zinkeimer) benutzt, wobei im letzteren Falle das Metall zugleich den einen Zuleitungspol bildete. Es zeigte sich nun bei der der dipolaren Badeform entsprechenden Anordnung (Versenken der zweiten Elektrode in's Bad) niemals eine merkliche Einwirkung in Form von Unruhe, Schmerz, Zuckung u. dgl., selbst wenn maximale Ströme der gebräuchlichen Schlittenapparate und constanten Batterien zur Anwendung kamen; weil offenbar der Widerstand des als Nebenschliessung eingeschalteten Thierkörpers ein viel zu grosser ist, als dass die hindurchgehenden Stromzweige eine irgendwie beträchtliche Intensität erlangen könnten. — Ganz anders verhielt sich natürlich die Sache, wenn die Anordnung nach Art des monopolaren Bades vorgenommen, d. h. mit der Nebenelektrode auf dem Körper ausserhalb des Bades geschlossen wurde; sei es, dass diese Elektrode nur in der gewöhnlichen Weise percutan applicirt, oder besser in Nadelform unter die Haut an beliebiger Stelle ausserhalb des Bades eingeführt wurde. Bei dieser Anordnung erfolgten Zuckungen schon mit 4 Elementen einer stationären Hirschmann'schen Batterie (Stromstärke von circa 6 M. W.),

und zwar sowohl Schliessungs- als Oeffnungszuckungen; beim Einstechen der Kathode als Nebenelektrode erfolgte stets bei minimaler Stromstärke nur S. Z., beim Einstechen der Anode dagegen ziemlich gleichzeitig S. und O. Z. Eine Herabsetzung der motorischen Erregbarkeit nach anfänglicher Steigerung derselben konnte auch hier in ähnlicher Art wie bei den Froschversuchen öfters dargethan werden.

## Therapeutische Anwendung der hydroelektrischen Bäder; Indicationen.

Den in der Einleitung entwickelten Dispositionen gemäss werde ich mich, was die therapeutische Verwerthung der elektrischen Bäder betrifft, verhältnissmässig kurz fassen; denn dies ist eine Frage, welche einstweilen noch nicht gelöst ist, und die nur auf Grund einer grossen Summe von Erfahrungen unter strenger kritischer Ueberwachung allmälig wird gelöst werden können.

Wie die früheren Erörterungen dargethan haben, glaube ich für die therapeutische Verwerthung der elektrischen Bäder daran festhalten zu müssen, dass dieselben eine in vieler Beziehung besonders bequeme, günstige und zweckmässige (vielleicht die zweckmässigste) Methode der „allgemeinen Faradisation und Galvanisation“ darstellen, — dass sie sich aber für die Zwecke elektrischer Localbehandlung im Grossen und Ganzen durchaus nicht eignen, und hierbei höchstens in gewissen Ausnahmefällen einen Platz beanspruchen dürfen. Die elektrische Localbehandlung wird fast unter allen Umständen da, wo örtliche, durch Elektricität zu beseitigende oder zu bessernde Krankheitszustände vorliegen, weit exacter und sicherer mittelst der ausgebildeten und bewährten Methoden der üblichen elektro-therapeutischen Technik zu vollziehen sein. Nur in Fällen, wo etwa multiple, weit auseinanderliegende Krankheitsherde (multiple Neuralgien u. dgl.) bestehen, oder wo der locus affectus selbst ein sehr umfangreicher, über eine ganze Körperseite oder Körperhälfte verbreiteter ist (Paraplegien, Hemiplegien und Hemianästhesien, soweit dieselben eine peripherische Behandlung er-

fordern), könnte unter Umständen die Vornahme der Local-Elektrisation im Bade aus Bequemlichkeits- und Zweckmässigkeitsgründen gerechtfertigt erscheinen; natürlich nur unter der Voraussetzung, dass die betreffenden Krankheitszustände die Anwendung warmer Bäder an sich nicht ausschliessen, sondern vielmehr postuliren.

Im Uebrigen aber werden als specielle Domaine der hydroelektrischen Bäder folgerichtig diejenigen constitutionellen Krankheitsformen, namentlich allgemeine Ernährungsstörungen und Schwächezustände des Nervensystems gelten dürfen, welche schon jetzt für die nach den Principien von Rockwell und Beard vorgenommene allgemeine Faradisation und Galvanisation erfahrungsgemäss ein besonders günstiges Terrain darbieten. Hierher gehören bekanntlich in erster Reihe die als Nervosismus oder Neurasthenie in ihren verschiedenen Formen (Kopfdruck, Asthenie des Gehirns, Cerebral- und Spinalirritation, nervöse Dyspepsie u. s. w.), als Hypochondrie und Hysterie collectivistisch bezeichneten diffusen oder allgemeinen Neuropathien. Es bedarf keiner Ausführungen, ein wie inniger Zusammenhang in überaus zahlreichen Fällen zwischen diesen Neurosen und gewissen allgemeinen Störungen der Blutbildung und Ernährung (Anämie und Chlorose mit ihren Folgezuständen) obwaltet und wie wenig wir daher auch bei der Behandlung diese Zustände und die ihnen charakteristischen Erscheinungen, die allgemeine Muskelschwäche, die Störungen der Circulation, der Verdauung u. s. w. von dem specifischen Symptomencomplex jener schweren functionellen Anomalien der Nerventhätigkeit nach allen oder fast allen Richtungen hin zu trennen vermögen. Wir finden denn auch unter den Erscheinungen, welche als Wirkungen der allgemeinen Elektrisation nach Rockwell und Beard, sowie des elektrischen Bades in Krankheitsfällen der genannten Art angeführt worden, insbesondere solche vertreten, welche sich auf eine Hebung der gesammten Ernährung, des Kräftezustandes und der Widerstandsfähigkeit des Organismus beziehen, wie namentlich Anregung des Appetits und der Verdauung, Zunahme der Muskelkraft, des Körpergewichts, Besserung des Schlafes (Beseitigung vorhandener Schlaflosigkeit), Regulirung der Herzthätigkeit und

der Blutbewegung u. s. w. — abgesehen von der Beseitigung oder Besserung der im engeren Sinne nervösen Symptome, wie sie bekanntlich in so äusserst mannigfaltigem und buntem Wechsel von sensibeln, motorischen, vasomotorischen und trophischen, endlich von psychischen Reiz- und Schwächeerscheinungen zu den in Rede stehenden allgemeinen Erkrankungsformen sich combiniren. Die Resultate, wie sie Rockwell Beard und, ihrem Beispiele folgend, die Mehrzahl der übrigen Elektrotherapeuten mittelst der von ihnen geübten Methoden der „allgemeinen Faradisation und Galvanisation" und der „centralen Galvanisation" erhielten, sind so ermuthigend — andererseits aber sind diese Methoden selbst so zeitraubend, umständlich, in zahlreichen Fällen ganz unanwendbar, und sie leisten überdies das Angestrebte im Vergleich zum hydroelektrischen Bade in so wesentlich unvollkommenerer Weise, dass man nicht anstehen sollte, das letztere überall wo es zur Disposition steht (und das kann, wie wir im letzten Abschnitte sehen werden, fast allenthalben der Fall sein) den genannten Methoden durchweg zu substituiren.

Abgesehen aber von jenen bisher unbestritten angenommenen allgemeinen oder constitutionellen Neuropathien, dürften auch noch manche anderweitige, einstweilen nur functionell-symptomatisch gekennzeichnete und einer pathologisch-anatomischen Auffassung mehr oder weniger unzugängliche, sogenannte functionelle Neurosen für die Behandlung mittelst des hydroelektrischen Bades günstigere Chancen als für die bisherigen Methoden der localen (und allgemeinen) Elektricitätsanwendung darbieten. Ich erinnere hier nur an gewisse schwere und weitverbreitete Formen neuralgischer und convulsivischer Affectionen (unter letzteren namentlich die schwereren Chorea-Formen, Epilepsie, Athetose, Tremor, Paralysis agitans u. s. w.), sowie vasomotorisch-trophischer Neurosen, Morbus Basedowii, manche neurotische Dermatosen und ähnliche Zustände, deren nähere Specification vorläufig ohne Nutzen sein würde, zumal ja bekanntlich unsere pathogenetischen Anschauungen in Betreff derselben vielfach noch an beklagenswerthen Unklarheiten und Widersprüchen laboriren. Indessen ihrer versuchsweisen und, wie schon aus den bisher gesammelten Erfahrungen hervorzugehen scheint, nicht ganz erfolglosen

Inangriffnahme mittelst des elektrischen Bades dürfte umsoweniger etwas im Wege stehen, als wir es dabei mit Krankheitszuständen zu thun haben, denen gegenüber wir anerkanntermassen an Heilmitteln und selbst an wirksamen Palliativmitteln ganz ausserordentlich arm sind, und bei denen sich, wenn wir aufrichtig sein wollen, auch die elektrische Behandlung nach den bisher vorzugsweise geübten localen Principien im Grossen und Ganzen nur äusserst wenig bewährt hat. — Wie es sich mit den bisher vorliegenden Resultaten der hydroelektrischen Badebehandlung verhält, wird aus der Literaturübersicht am Schlusse dieses Abschnittes hervorgehen. Ich selbst hatte u. A. letzthin Gelegenheit, in einem äusserst schweren und veralteten, eine auswärts auf dem Lande lebende 52jährige Dame betreffenden Falle von Paralysis agitans, in welchem die verschiedenartigsten und energischsten Mittel (Chloralhydrat, Morphium und Bromkalium, Sol. Fowleri, subcutane Injectionen von Curare, von Hyoscin u. s. w., sowie auch centrale Galvanisation) nicht die mindeste auch nur palliative Linderung des qualvollen Zustandes herbeizuführen vermochten, mich von dem symptomatischen Nutzen hydroelektrischer Bäder in evidenter Weise zu überzeugen. Der unaufhörliche, überaus heftige Schüttelkrampf liess nach jedesmaligem Gebrauche der auf meine Veranlassung im Hause der Kranken eingerichteten galvanischen Bäder (K. B. täglich von $^1/_2$stündiger Dauer) merklich an Intensität nach; die qualvolle Muskelunruhe, welche die Kranke beständig umhertrieb, verschwand für mehrere Stunden; es erfolgte ruhiger Schlaf, wodurch auch Kräftegefühl und Ernährung gehoben, und der vorher ganz verzweifelten Kranken die Hoffnung auf nachhaltige Besserung wiedergegeben wurde. Wer öfter Gelegenheit gehabt hat, diese absolut trostlosen Fälle von Paralysis agitans, in welchen selbst die heroischsten Narcotica in grossen Dosen und alle sonstigen Verfahren machtlos versagen, längere Zeit zu behandeln, der wird den Werth eines auch nur palliativ und vorübergehend günstig einwirkenden Mittels wohl zu schätzen verstehen. — Aehnlich dürfte es sich auch mit manchen Fällen von idiopathischem und toxischem Tremor, von Athetose, Chorea major, Hystero-Epilepsie u. s. w. verhalten.

Ganz besonders kommen offenbar für die günstige Palliativwirkung bei den genannten und ähnlichen motorischen sowie sensibeln Reizzuständen die Einwirkungen in Betracht, welche

einerseits die Motilität, andererseits die Hautsensibilität den an Thieren und gesunden Menschen gemachten Versuchen zufolge im hydroelektrischen Bade augenscheinlich erfahren. Bezüglich der Hautsensibilität haben wir, wie früher gezeigt wurde, das Verhalten des Tastsinns von dem der cutanen Gemeingefühle (Schmerz u. s. w.) zu trennen, da die Veränderungen beider im elektrischen Bade keineswegs parallel gehen. Indessen haben die Veränderungen der cutanen Gemeingefühle, wie sie durch Messung der faradocutanen Sensibilität (als Empfindungs- und Schmerzminimum) zum Ausdruck gebracht werden, für therapeutische Zwecke eine erheblichere und mehr unmittelbare Bedeutung. In dieser Beziehung sahen wir nun, dass beim gesunden Menschen die faradocutane Sensibilität im faradischen Bade beträchtlich herabgesetzt wird, und zwar nicht blos in den badenden, sondern auch in den ausserhalb des Bades befindlichen Körpertheilen, sonach allgemein; wir sahen, dass eine analoge Einwirkung auch bei einer bestimmten Form des monopolaren galvanischen Bades (im Kathodenbade) erzielt wird, und dass diese Veränderungen völlig unabhängig von denjenigen des Leitungswiderstandes der Haut sich vollziehen. Wir würden demnach das faradische Bad — in mässiger Stärke, etwa dem E. M. entsprechend — und das monopolare galvanische Bad in der Form des Kathodenbades als diejenigen Anordnungen zu betrachten haben, welchen antineuralgische und antiparalgische Einwirkungen vorzugsweise zuzuschreiben sein dürften; welche daher bei diffusen Hyperästhesien und Neuralgien, vielleicht auch bei anderweitigen paralgischen Reizzuständen der sensibeln Hautnerven (z. B. bei umfangreichem Hautjucken und dadurch bedingten Exanthemformen, Urticaria u. s. w.) Beachtung verdienen.

Ob umgekehrt von dem die faradocutane Sensibilität in der Regel steigernden Anodenbade vielleicht bei Zuständen krankhaft herabgesetzter oder aufgehobener Erregbarkeit (Hypästhesien und Anästhesien) eine günstige Einwirkung zu erwarten ist, muss dahingestellt bleiben. Immerhin dürfte, soweit es sich um Zustände von Tastsinnsverminderung oder Tastsinnslähmung handelt, ebensowohl auch die Form des Kathodenbades, oder selbst das faradische Bad sich zur Anwendung eignen, da auch bei diesen Badeformen eine

Steigerung der Tastfunctionen (Raumsinn) wenigstens in den eingetauchten Körpertheilen, nach den an Gesunden angestellten Versuchen, in mehr oder minder beträchtlichem Grade regelmässig erzielt wird.

Was die Motilität betrifft, so ergeben nicht nur die Thierversuche eine, öfters auf initiale Steigerung folgende, sehr erhebliche Abschwächung derselben im (dipolaren) galvanischen Bade, sondern es lässt sich eine entsprechende Einwirkung auch am gesunden Menschen bei der monopolaren Form des galvanischen Bades, namentlich im Kathodenbade, meist deutlich erkennen.

Für antispasmodische, anticonvulsivische Verwendung elektrischer Bäder dürfte daher letztere Badeform in mässiger Stärke, unterhalb der Grenze der minimalen K. S. Z (etwa 5—7 M. W.), aus den früher erörterten Gründen im Allgemeinen den Vorzug verdienen.

---

Für die therapeutische Verwerthung der hydroelektrischen Bäder sind weiterhin zweifellos diejenigen Einwirkungen von grossem Belange, welche dieselben — sei es in der Form faradischer oder galvanischer Bäder — auf die Herz- und Gefässthätigkeit (Pulsfrequenz, Blutdruck u. s. w.), auf die Respiration, Temperatur, Stoffwechselvorgänge (Ernährung, Secretion) auszuüben vermögen. Leider aber sind diese Wirkungen bisher erst in sehr elementarer Weise erforscht; ich selbst habe mich begnügen müssen, einige bruchstückweise Beiträge zu liefern, und hoffe, dass die wichtigen Fragen, welche hier noch der Erledigung harren, recht bald von anderer Seite aufgenommen und weiter geführt werden. Insbesondere sind Messungen des Blutdrucks nach den jetzt an lebenden Menschen zu Gebote stehenden vervollkommneten Methoden, wie sie Waldenburg, v. Basch, Winternitz, Mosso, Grunmach u. A. in Aufnahme gebracht haben, dringend zu wünschen, und ich möchte die Aufmerksamkeit der Collegen, welche in Hospitälern oder Curanstalten den Gegenstand weiter verfolgen, zunächst gerade auf diesen Punkt lenken. — Indessen wie unvollkommen auch unsere Kenntnisse über die bezeichneten Punkte gegenwärtig noch sind, so ergeben sich doch immerhin gewisse Thatsachen, welche eine Anknüpfung und Verwerthung zur

vorläufigen Formulirung therapeutischer Indicationen auch nach dieser Richtung gestatten.

Dahin gehört besonders die so auffällige, ganz constant wahrnehmbare Abnahme der Pulsfrequenz, die bei gesunden oder relativ gesunden Individuen durchschnittlich 10—20 Schläge, bei verstärkter Frequenz noch mehr (bis zu 30 Schlägen und darüber) beträgt. Diese Abnahme erfolgt, wie wir sahen, während des Bades allmälig, wächst mit der Badedauer, kann auch nach dem Bade noch längere Zeit anhalten oder sogar anfangs noch etwas zunehmen, um dann einer sehr langsamen und nicht immer vollständigen Wiederkehr zur Norm Platz zu machen. Weniger klar sind die Wirkungen auf Spannung und Volumen des Pulses; zuweilen erscheint derselbe nach dem Bade deutlich weicher und kleiner. — Die Frequenzabnahme findet sich sowohl im faradischen wie im galvanischen, sowohl im Anoden- wie im Kathodenbade; nur quantitativ verschieden, entspricht sie anscheinend im Allgemeinen (abgesehen von individuellen Differenzen) der Stromstärke und der damit parallel gehenden hautreizenden Wirkung des Bades. Von ihrem Zusammenhange mit der durch letzteres bedingten elektrischen Hautreizung, d. h. der elektrischen Erregung der sensibeln Hautnerven und wahrscheinlich reflectorisch bewirkten stärkeren Erregung der Nn. vagi, ist bereits im vorhergehenden Abschnitte (pag. 62) die Rede gewesen. — Die geringe, aber immerhin (namentlich im galvanischen Bade) regelmässig eintretende Herabsetzung der Temperatur, um 0·2—0·7° C., und die meistens nur sehr unerhebliche Herabsetzung der Respirationsfrequenz sind wohl theilweise als Folgeerscheinungen der herabgesetzten Herzarbeit und Anzahl der Herzcontractionen zu betrachten. Wir haben gesehen, dass alle diese Erscheinungen dem indifferentwarmen Bade an sich nicht zukommen, wohl aber dem kühleren (wärmeentziehenden) oder dem chemisch reizenden Mineral- und Gasbade, in welchem wir neben einer Verminderung der Pulsfrequenz und Temperatur zumeist auch einer Verminderung der Athemzüge mit gleichzeitiger Vertiefung derselben begegnen. Als weitere Folgeerscheinungen des im Bade gesetzten thermischen oder chemischen Hautreizes kennen wir die nach dem Bade stattfindende Vermehrung des ausgeathmeten Luftvolumens und der darin ausgeschiedenen

Kohlensäuremenge, sowie auch die Vermehrung der Harnmenge, respective des Harnwassers im Vergleich zu den festen Bestandtheilen. Es wird Aufgabe eigener Specialuntersuchungen sein, zu entscheiden, ob auch in dieser Beziehung sich die hydroelektrischen Bäder mit den wärmeentziehenden, sowie mit den chemisch reizenden Mineral- und Gasbädern übereinstimmend verhalten. Dagegen haben wir eine solche weitere Uebereinstimmung bezüglich eines anderen Punktes, nämlich des Verhaltens des Tastsinns (Ortsinns) der Haut im voraufgegangenen Abschnitte, pag. 51 ff. experimentell dargethan und die hier bestehende Wirkungsgleichheit ausführlich begründet.

Fassen wir diese, wie gesagt noch vielfacher Ergänzung bedürftigen Befunde kurz zusammen, so ergiebt sich das für die therapeutische Verwerthung unzweifelhaft wichtige Resultat, dass wir es bei den hydroelektrischen indifferent-warmen Bädern, sowohl den faradischen wie den galvanischen, mit hautreizenden Bädern nach Analogie der wärmeentziehenden, und der chemisch reizenden Mineralbäder zu thun haben, für welche daher auch die entsprechenden Indicationen dieser letzteren Badeformen bis zu einem gewissen Umfange Geltung beanspruchen dürfen. Bis zu einem gewissen Umfange! — denn im concreten Falle sind selbstverständlich noch die den einzelnen hydroelektrischen Badeformen als solchen specifisch zukommenden, z. B. die früher erörterten sensibilitäts- und motilitätsvermindernden Wirkungen zu beachten, wodurch die Indicationen bald eine Einschränkung, bald aber auch einen Zuwachs werden erfahren können. Andererseits ist zu beachten, dass das hydroelektrische Bad ein hautreizendes Agens von ausserordentlich vollkommener quantitativer Abstufbarkeit und gewissermassen in reinster Form darstellt, und dass demselbem gewisse Nebenwirkungen der thermisch und chemisch reizenden Bäder, wie z. B. das initiale Frostgefühl und die vermehrte Wärmeabgabe der wärmeentziehenden Bäder — die nicht seltenen Hauteruptionen (Badeausschläge) der chemisch reizenden u. s. w. vollständig fehlen. Im Ganzen erscheint es (auch aus technischen Gründen) gerechtfertigt, da mit dem hydroelektrischen Bade wesentlich ein hautreizendes Agens von quantitativ

abstufbarer, aber qualitativ identischer Wirkung angewandt werden soll, sich ausschliesslich des faradischen Bades für diesen Zweck zu bedienen — das galvanische Bad in seinen verschiedenen Formen (monopolares Kathoden- und Anodenbad) dagegen für diejenigen Fälle zu reserviren, bei denen es sich um Hervorrufung gewisser specifischer, z. B. antispastischer, antineuralgischer, oder umgekehrt vielleicht sensibilitätssteigernder Wirkungen handelt.

Es könnte noch daran gedacht werden, für gewisse therapeutische Zwecke eine Combination des faradischen Bades mit dem galvanischen vorzunehmen, wie sich eine solche mittelst geeigneter Vorrichtungen, z. B. eines Umschalters an dem Apparatentische meiner stationären (Hirschmann'schen) Batterie leicht herstellen lässt. Bekanntlich haben einzelne Autoren von einer solchen Combination der faradischen mit der galvanischen Behandlung auch bei den gewöhnlichen localisirten Elektrisationsweisen erhöhte Wirkungen, besonders bei Krankheiten tiefliegender Organe, des Rückenmarks u. s. w. erwartet (Watteville[20]). Ich habe von einer derartigen Combination zum farado-galvanischen Bade keine besonderen Vortheile gesehen. Die Wirkung des galvanischen Bades allein scheint durch die Einfügung des faradischen Stromes nicht merklich alterirt zu werden — während allerdings das faradische Bad durch Hinzuleitung des galvanischen Stromes im Sinne des letzteren wesentlich modificirt und in seiner Wirkungsweise daher je nach dem geübten Modus bald gesteigert, bald abgeschwächt wird.

---

Ueberblicken wir nun die bisherige Literatur der hydroelektrischen Bäder mit specieller Rücksichtnahme darauf, wie weit die bekannt gewordenen praktisch-empirischen Resultate den im Vorstehenden entwickelten Anschauungen über die Heilwirkung der elektrischen Bäder und deren Indicationen in Krankheitsfällen entsprechen: so liegt uns hier allerdings erst ein ziemlich geringfügiges und überdies nur sehr bedingungsweise benutzbares Material vor. Auf die reclamehaften Anpreisungen der Heilkünstler vom Schlage Barda & Co. ist selbstverständlich von vornherein gar nichts zu geben. Aber auch namhaftere Specialisten verstiegen sich in wohlgemeintem therapeutischem Eifer hier und da zu überaus weitgehenden oder völlig unzulässigen Behauptungen. So z. B. geschah dies durch

[20]) Neurolog. Centralblatt 1882, pag. 12. — Stein hat zur Ausübung der Galvanofaradisation neuerdings eigene Doppelelektroden beschrieben (neurolog. Centralbl.; 1883, pag. 177).

F. Fieber[21]), indem er — unter Bezugnahme auf die bekanntlich noch ganz unerwiesene Hypothese über elektrische Vorgänge in den natürlichen Thermalquellen — seine Meinung dahin zusammenfasst: „es ist demnach das elektrische Bad in nahezu allen jenen Krankheiten von Nutzen, in welchen entweder die Elektricität oder die Thermen angezeigt sind.“ Diese Aeusserung enthält, den früheren Erörterungen zufolge, schon deswegen eine völlig unstatthafte Uebertreibung, weil fast das ganze grosse Gebiet der elektrischen Localbehandlung nach dem unsererseits zu Grunde gelegten Princip als ausgeschlossen anzusehen ist; sie würde also weit richtiger dahin zu reduciren sein, dass das elektrische Bad überall da von Nutzen sein kann, wo eine elektrische Allgemeinbehandlung (allgemeine Faradisation oder Galvanisation) indicirt und die Thermalbehandlung als solche nicht contraindicirt ist. — Auf die Einzelheiten der Fieber'schen Angaben näher einzugehen, dürfte bei solcher gänzlichen Verschiedenheit der principiellen Standpunkte kaum einen Werth haben.

Abgesehen von den, einem speciellen Zwecke dienenden Versuchen von Vergnès und Poey (worüber weiter unten) haben über therapeutische Erfolge elektrischer Bäder zuerst Bouillon-Lagrange[22]), Chapot-Duvert[23]), Barth[24]), Schweig[25]) einige Beiträge geliefert, welche sich insbesondere auf cerebrale Erschöpfungszustände (Schweig), alkoholisches und mercurielles Zittern (Chapot-Duvert), veraltete Neuralgien, Ischias (Barth), sowie veraltete chronische Gelenkrheumatismen (Bouillon-Lagrange u. A.) beziehen. Weisflog[26]) will durch elektrische Erregung der Brustmuskeln im Bade mittelst aufgesetzter grosser Schwämme als positive Elektroden bei Phthisikern Heilungen erzielt haben, welche er auf die Hebung der daniederliegenden Regenerationskraft des Organismus zurückführt.

---

[21]) L. c., pag. 22.

[22]) Du bain hydroélectrique, thèse. Paris 1868.

[23]) Bull. de thér. 15. Juni 1871.

[24]) Petersburger med. Zeitschr. 1872, Nr. 6.

[25]) New-York med. record. 15. Dec. 1874, ibid. 1876.

[26]) Die beginnende chronische Lungenschwindsucht und ihre Heilung auf hydroelektrischem Wege. Zürich 1879.

Einige beachtenswerthe Angaben verdanken wir Constantin Paul[27]), welcher sich übrigens wie seine sämmtlichen ebengenannten Vorgänger ausschliesslich faradischer Bäder, und zwar mit dem primären Inductionsstrome (Extracurrent) bediente, in der Form des von uns als dipolar bezeichneten Bades. Paul erzielte, gleich Chapot-Duvert, sehr günstige Erfolge bei Tremor in Folge von Mercurialismus und von Abusus spirituosorum, bei Spinalirritation und disseminirter Sclerose; Besserung auch bei Paralysis agitans. Bei Chorea war ein Erfolg und ein Misserfolg zu verzeichnen; in einem Falle von incompleter Paraplegie Heilung, bei Ataxie locomotrice dagegen keine Veränderung.

Ischewsky, welcher über die auf der Abtheilung von Drosdow in Petersburg gemachten Versuche berichtet[28]), operirte theils ebenfalls mit dem Extrastrom der primären Spirale, theils mit dem constanten Strome; beide Pole wurden gleichfalls in das Wasser geleitet. Die therapeutischen Versuche bezogen sich auf functionelle Störungen des Nervensystems in Folge von Anämie und schlechter Ernährung, auf rheumatische Leiden, Tremor in Folge von Muskelerschlaffung durch Ueberanstrengung bei einseitigen Beschäftigungen, und endlich auf Bleivergiftung. Die Resultate waren folgende: Unter dem Einflusse der elektrischen Bäder wurden der Appetit und die Kräfte erhöht; die periodisch wiederkehrenden Nervenanfälle liessen sowohl in Bezug auf die Intensität wie die Dauer ihres Auftretens nach. Bei rheumatischen Leiden wurde die Schmerzhaftigkeit der afficirten Glieder herabgesetzt. Das Zittern in Folge von Muskelerschlaffung durch Ueberanstrengung wurde, wenn auch langsam, doch ganz bedeutend gebessert. Die periodisch wiederkehrenden Leiden und functionellen Störungen bei Bleivergiftung wichen der Behandlung mit elektrischen Bädern rasch und kehrten nicht wieder.

Auch Stein[29]) weist nach den seinerseits gemachten Erfahrungen besonders auf die tonisirende Wirkung der „allgemeinen faradischen Elektrisation" im Bade hin; dieselbe

---

[27]) Progrès médical 1880, pag. 36; Bull. gén. de thér. 15. Sept. 1880.

[28]) Wratsch 1882, pag. 5 (vgl. das Referat von Rohde im Neurologischen Centralblatt 1882, pag. 230).

[29]) Die allgemeine Elektrisation des menschlichen Körpers. Frankfurt a. M. 1882, pag. 38. (Eine neue Auflage dieser Schrift ist soeben im Drucke.)

zeigt sich nicht nur in Fällen ausgesprochener allgemeiner Neurosen, sondern auch bei vielen Krankheitsformen, die eine Ermattung der Gesammtthätigkeit des Organismus im Gefolge haben. Die „unleugbaren Wirkungen der Hydroelektrotherapie, insbesondere der faradischen" zeigen sich nach Stein in folgenden Effecten: „besserer Schlaf, rasche und belebende Wiederkehr des Appetits bei nervöser Dyspepsie, Regelung der Functionen des Darmcanals, Linderung neuralgischer Schmerzen, Beseitigung der Gemüthsverstimmung und Zunahme des Körpergewichtes durch eintretende bessere Ernährung, sowie als Gesammtresultat der Behandlung die sichtliche Mehrung der Fähigkeit zu geistiger und körperlicher Arbeit". Man sieht, dass diese Ergebnisse Stein's auch mit denen der früheren Untersucher, namentlich Drosdow und Ischewsky, in allen wesentlichen Zügen übereinstimmen, und dass sie ebenso den auf experimenteller Grundlage formulirten Indicationen durchaus entsprechen. Uebrigens sei erwähnt, dass Stein gleichfalls sich der dipolaren Badeform bediente, dass er aber auch einer „localen Elektrisation" im Bade mittelst einer dem Körper abwechselnd genäherten und wieder entfernten Schaufelelektrode, sowie den complicirten Proceduren der elektrischen Massage und — zur Erzielung schärferer Hautreizung — der elektrischen Douche im Bade, das Wort redet (über die zur Vornahme dieser Proceduren erforderlichen Apparate, vgl. den Abschnitt „specielle Balneotechnik").

Schliesslich will ich hier auch noch kurz der älteren therapeutischen Beobachtungen gedenken, welche von Weisflog[30]) und von Domansky[31]) mitgetheilt wurden, obgleich sich dieselben allerdings vorwiegend nicht auf elektrische Vollbäder, sondern nur auf elektrische Local- oder Partialbäder beziehen, die in der Application gewöhnlicher, aber durch eine interponirte Wasserschicht verlängerter Elektroden bestehen. Weisflog, von dessen Erfolgen bei beginnender Lungenphthise bereits oben die Rede war, benutzte prolongirte elektrische (faradische) Localbäder von 5—30°, die $1/2$—1 Stunde, nöthigenfalls mehrmals, 6—10mal, in 24 Stunden angewandt wurden.

[30]) Deutsches Archiv für klin. Med. XVIII. (1876), pag. 371; Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte 1877, pag. 14.

[31]) Przeglad Lekarski 1879, pag. 9 und 10 (vgl. das Referat im Centralblatt für Nervenheilkunde 1880, pag. 131).

Er fand dieselben von ausserordentlich günstiger antiphlogistischer, anästhesirender und resorbirender Wirkung; so bei erethischen Geschwüren (phagedänische Schanker), bei Verbrennungen, bei serofibrinösen oder blutigen Ergüssen. Bei traumatischen und sonstigen acuten und chronischen Gelenkentzündungen soll das Verfahren von besonders glänzendem Erfolge begleitet sein, wofür Weisflog eine Reihe von Einzelfällen als Beweis aufführt. — Domansky wandte die elektrischen Localbäder hauptsächlich zur Heilung hartnäckiger Neuralgien an, bei denen andere Mittel (auch der constante Strom in der gewöhnlichen Form) erfolglos geblieben waren, und zwar in der Weise, dass eine mit dem negativen Pol verbundene Metallplatte in eine Schüssel mit lauwarmem Wasser gebracht wurde, in welche der Kranke die Hand oder den Fuss eintauchte, während die positive Elektrode in der Umgebung des schmerzenden Nerven aufgesetzt oder hin und her bewegt wurde. Die Wirkung soll namentlich bei zwei inveterirten Trigeminus-Neuralgien eine überraschend glänzende gewesen sein; ebenso in einem schweren Falle von chronischem Gelenkrheumatismus, wo sehr starke Ströme (bis zu 70 Elementen) applicirt wurden. — Die Wirksamkeit dieser elektrischen Localbäder bei Neuralgien führt Domansky darauf zurück, dass entweder bei ihnen Ströme von so bedeutender Stärke zur Anwendung kommen, wie sie die Kranken bei den gewöhnlichen Methoden wenigstens in der Umgebung der negativen Elektrode nicht ertragen würden — oder dass die Wirkung jeder Elektrode besonders im elektrischen Localbade ausgeprägter zur Geltung gelange. Beide Annahmen sind jedoch, wie ich glaube, nicht ganz zutreffend. Vielleicht erklärt sich die grössere Wirksamkeit des elektrischen Localbades, meinen früher (pag. 10) erwähnten Versuchen zufolge, wesentlich aus dem Umstande, dass bei dem prolongirten (10—20 Minuten langen) Eintauchen der Hand oder des Fusses in die warme Flüssigkeit der galvanische Leitungswiderstand der Haut, sowie der Gesammtwiderstand des Körpers erheblich herabgesetzt wird. Dazu kommt, dass der Strom bei der in Rede stehenden Anordnung von der ganzen umspülenden Wasserfläche aus, also gewissermassen durch eine sehr grosse, mantelförmig den eingetauchten Körpertheil umhüllende Elektrode dem Körper zugeleitet (resp. da die Kathode sich im Bade befindet, aus dem Körper fortgeleitet)

wird. Der Strom wird daher an diesen Austrittsstellen aus dem Körper nur verhältnissmässig geringe Dichtigkeit haben, die polare Kathodenwirkung kann sich weniger geltend machen — wodurch der Anschein entsteht, als ob stärkere Ströme vertragen würden, als bei den gewöhnlichen percutanen Galvanisationsweisen; während dagegen die polare Anodenwirkung an den Applicationsstellen der letzteren, im Gebiete der neuralgisch-afficirten Nerven etc. sehr ausgesprochen hervortritt.[32])

---

Anhangsweise möge noch einer, wenigstens als denkbar erscheinenden therapeutischen Verwerthung der hydroelektrischen, galvanischen Bäder Erwähnung gethan werden, auf welche in der historischen Uebersicht bereits hingedeutet wurde. Es handelt sich dabei um die Ausscheidung von (giftigen) Metallen aus dem Organismus, — sowie andererseits um die Ueberführung in der Badeflüssigkeit gelöster Substanzen in den Körper mit Hilfe des Bades.

Was die Elimination giftiger Metalle aus dem Organismus betrifft, so wollen die bei früherer Gelegenheit erwähnten Autoren, Vergnès und Poey, sowie nach ihnen Caplin und Meding, wie angegeben, positive Resultate erzielt haben. Namentlich soll es auf diese Weise gelungen sein, Quecksilber aus dem Organismus zu entfernen und dasselbe theils an den Wänden des (metallenen) Badegefässes, theils an der negativen Metallplatte und in der Badeflüssigkeit nachzuweisen. — Bei dem grossen Interesse, welches diese schon älteren (aus den Jahren 1852—1856 stammenden) und offenbar mit sehr mannigfachen Fehlerquellen behafteten Beobachtungen in therapeutischer Beziehung, namentlich für die Behandlung des Mercurialismus, der chronischen Bleiintoxication, des Argyrismus, sowie auch noch anderweitiger Toxonosen eventuell darbieten würde, hielt ich es für nothwendig, wenigstens ein Paar eigene Versuche in dieser Richtung zu machen. Ich bediente mich hierbei so genau wie möglich des von Vergnès und Poey, wie auch von Meding mit angeblich positivem Erfolge angewandten Verfahrens, soweit dasselbe aus der auszugsweisen Beschreibung (bei M. Meyer, l. c.) ersichtlich; die aus den Jahren 1855 und 1856 stammenden Original-Publicationen standen mir zur Zeit nicht zu Gebote.

[32]) Neuerdings hat Holst Bäder in der von mir als monopolar bezeichneten Badeform bei Hysterie und Neurasthenie empfohlen („Die Behandlung der Hysterie und Neurasthenie", Stuttgart 1883).

Drei derartige Versuche wurden von mir im Moabiter Krankenhause bei einem daselbst behandelten 45jährigen Manne vorgenommen, der wegen constitutioneller Lues eine Schmiercur angewandt und im Ganzen 60·0 Ung. cinereum an verschiedenen Theilen der Körperoberfläche verrieben hatte. Da die Einreibungen bis zu 5 Tagen vor Beginn des Versuches fortgesetzt worden waren und nach den Untersuchungen Fürbringer's bei dieser Methode das Quecksilber aus den Hautdrüsen und Haarbälgen langsam durch Oxydulbildung in den Körper übergeht, andererseits aber bekanntlich die Ausscheidung des auf diese Weise in den Organismus überführten Hg häufig sehr langsam, erst nach Monaten durch Harn und Faeces allmälig stattfindet, so musste angenommen werden, dass nicht unbeträchtliche Mengen von Hg noch in der Haut selbst, resp. den inneren Organen dieses Kranken deponirt seien und, falls die von Vergnès und Poey gemachten Voraussetzungen zutreffen, im galvanischen Bade zur Abscheidung gebracht werden könnten. — Es wurde eine Zinkwanne benutzt, der Kranke mittelst eines Gurtenbettes in derselben ohne Berührung mit den Metallwänden gelagert; die Flüssigkeit (von 38·0° C. Temperatur) durch Zusatz von 200·0 Acidum nitricum crudum schwach angesäuert. Der negative Pol wurde in Form einer grossen (40 □Ctm.) Kupferplatte am Fussende der Wanne in der Badeflüssigkeit suspendirt, mit dem positiven Pol ausserhalb des Bades durch den in den Händen fixirten Metallstab oder durch ein Wassergefäss, in welches die Hände eintauchten, geschlossen. Die Badedauer betrug bei den drei, in zweitägigen Zwischenräumen angewandten Bädern 50 bis 60 Minuten; die Stromstärke durchschnittlich 6 M. W. (entsprechend einer Nadelablenkung des benutzten Galvanoskops von 32° rechts, welche durch Regulirung der Elementenzahl u. s. w. möglichst unverändert erhalten wurde). Die anderweitigen Erscheinungen im Bade in Bezug auf Puls, Temperatur, Motilität u. s. w. waren ganz die gewöhnlichen. — Die Versuche fielen, soweit es sich um den Nachweis der Abscheidung von Hg aus dem Organismus handelte, gänzlich negativ aus. Weder enthielt die Badeflüssigkeit jemals auch nur deutliche Spuren von Hg, noch zeigten sich die an den Wänden der Zinkwanne, sowie an der negativen Kupferplatte hier und da entstandenen schwärzlichen Flecke und Beschläge aus Quecksilber bestehend; ob letzteres, wie Vergnès und Poey meinen, auch durch Verdunstung an die Atmosphäre des Zimmers abgegeben werden könne, habe ich allerdings nicht weiter verfolgt! Für den Nachweis des Hg in der Badeflüssigkeit bediente ich mich der so äusserst empfindlichen Prüfung durch Galvanolyse (Amalgamirung eines den negativen Batteriepol bildenden Goldblättchens), welches z. B. einen Sublimatgehalt von 1 : 500000 durch Weissfärbung des Blättchens noch deutlich anzeigt. — Dagegen enthielt die Badeflüssigkeit in allen Fällen Zinkverbindungen, sowie bei Verwendung einer Kupferplatte auch Kupferverbindungen (Nitrate), welche durch geeignete Reagentien leicht als solche nachgewiesen werden konnten. Der mit Zinnchlorür erhaltene Niederschlag war in verdünnter Schwefelsäure gänzlich löslich, nicht aber in Aetzkali. Schwefelwasserstoffammon gab nach längerer Einwirkung in der Badeflüssigkeit einen schwärzlichbraunen Niederschlag von Schwefelkupfer, der sich theilweise schon im Wasser und bei Zusatz von Salpetersäure ganz löste. Schwefelwasserstoffwasser gab einen weissen Niederschlag von Schwefelzink, der sich weder in Aetzkali noch in Essigsäure löste; in Schwefelalkalien löslich.

Mit diesen negativen Ergebnissen ist die Sache allerdings noch nicht abgethan, da ja die Möglichkeit nicht auszuschliessen ist, dass in dem vorliegenden Falle kein oder zu wenig Hg von den Einreibungen aus zur Resorption gelangt, oder dass das resorbirte Hg bereits vorher durch die Se- und Excrete ziemlich vollständig eliminirt (?) war, — oder endlich, dass die angewandte Stromstärke zu gering, die Zahl der Bäder noch zu klein, die Versuchsanordnung mit anderweitigen Mängeln behaftet war. Es dürfte daher von Wichtigkeit sein, die Versuche in grösserer Zahl, bei verschiedenen Kranken (namentlich auch bei solchen, welche das Quecksilber intern oder auf dem Wege subcutaner Injection erhalten haben) und in mehrfacher Modification zu wiederholen, überdies Thierversuche in geeigneter Form anzustellen, zu welchen besonders auch chronische Blei- und Silberfütterungen ein sehr brauchbares, den Nachweis in hohem Grade erleichterndes Material darbieten würden.

In Betreff der ferneren Möglichkeit, Substanzen aus dem galvanischen Bade — auf kataphorischem Wege — in den Körper überzuführen, habe ich bisher nur einen einzigen Versuch gemacht, den ich kurz erwähnen will, da sein negativer Ausfall mich von weiteren Unternehmungen in dieser Richtung vorläufig zurückhielt.

Der Versuch wurde bei einem 27jährigen Manne gemacht; Holzwanne, der Badeflüssigkeit wurden 100·0 Ferrum sulfuricum venale beigemischt. Der positive Pol befand sich in Form einer grossen Zinkplatte im Bade; der negative in einer ebenfalls mit der Eisenlösung gefüllten Schüssel, in welche beide Hände des Badenden während des 50 Min. langen Bades fortdauernd eintauchten. (Nach den Versuchen von H. Munk[32]) über die Einführung von Stoffen durch elektrische Endosmose ist es von Wichtigkeit, die betreffenden Substanzen an beiden Polen anzubringen, sowie auch mit der Stromrichtung von Zeit zu Zeit zu wechseln, weil die Geschwindigkeit der Flüssigkeitseinführung mit der Zeit abnimmt.) — Trotz Einhaltung dieser Cautelen und trotzdem auf diese Weise wohl die relativ günstigsten Bedingungen für eine Aufnahme des Eisens aus der Badeflüssigkeit hergestellt schienen, war das Ergebniss, wie gesagt, ein gänzlich negatives. Weder enthielt der reichlich nach dem Bade entleerte Harn auch nur eine Spur von Eisen, noch liess sich letzteres bei regelmässig wiederholter Untersuchung während der darauffolgenden 3 Tage im Harn nachweisen. Ich muss es dahingestellt lassen, ob auch hier vielleicht die angewendete Stromstärke ($5^1/_2$ M. W.) noch zu gering war, oder ob anderweitige Modificationen des Versuches vielleicht ein günstigeres Resultat zu liefern vermögen.

---

[32]) Ueber die galvanische Einführung differenter Flüssigkeiten in den unversehrten lebenden Organismus. Archiv für Anat. und Phys. 1873. Heft 5, p. 505.

## Einrichtung hydroelektrischer Bäder und specielle Balneotechnik.

Zur Herstellung hydroelektrischer, faradischer und galvanischer Bäder, wenigstens in der für therapeutische Zwecke vorzugsweise empfehlenswerthen monopolaren Badeform, bedarf es im Grunde keiner besonderen künstlichen Ein- und Vorrichtungen. Jede beliebige Badewanne und jeder beliebige Inductionsappararat oder constante Apparat können nöthigenfalls dazu ausreichen. Wird in einer Metallwanne gebadet, so ist nur darauf zu achten, dass der Körper des Badenden nicht unmittelbar mit dem Metall in Berührung kommt; dies wird am besten durch ein im Bade suspendirtes (mit Haken an den Rändern der Wanne befestigtes) Gurtenbett verhütet, auf welchem der Badende bequem ausgestreckt ruht, mit einem Gummikissen oder dgl. im Rücken, um auch hier den Contact mit dem Kopfende der Wanne zu vermeiden. Steht eine solche Vorrichtung nicht zu Gebote, so kann sich der Badende auch auf eine niedrige, in das Bad hineingestellte gut lackirte Holzbank (oder einen Holzschemel) setzen und die Füsse auf einen eben solchen niedrigeren Schemel placiren. Auch kann man, wie Seeligmüller vorschlägt, oberhalb der Wanne am Kopf- und Fussende derselben je einen starken eisernen Haken in der Wand einschlagen, an welchem die Enden eines hängemattenartig zusammengelegten festen grossen Lakens aufgehängt werden, in das der Kranke beim Baden gelegt (in welchem er nöthigenfalls auch schon vom Bette aus transportirt) wird. — Der eine Poldraht des Inductors oder der Batterie kann alsdann mit der Wanne selbst in Verbindung gebracht werden, oder man armirt denselben mit einer möglichst grossen Plattenelektrode, eventuell mit einer Zink-, Kupfer-, Messing- oder vernickelten Kupferplatte und versenkt ihn so in die Flüssigkeit, gleichviel ob am Fussende der Wanne oder wo sonst immer; nur selbstverständlich nicht in unmittelbarer Berührung mit dem Körper. Der zweite Poldraht endet in einem cylinderförmigen Metallstabe, der mit feuchter Leinwand, Leder oder dgl. umwickelt ist und mittelst hölzerner Ansätze quer über der Wanne aufgelegt wird — oder im Nothfalle auch in irgend einer beliebigen grösseren Elektrodenplatte. Der Stab wird von dem Badenden mit beiden Händen möglichst gleich-

mässig fest umfasst, die Umhüllung desselben von Zeit zu Zeit durch Aufgiessen des warmen Badewassers angefeuchtet. Man kann natürlich statt beider Hände auch nur eine Hand, oder beide mit einander abwechselnd verwenden, ebenso kann erforderlichenfalls die an Stelle des Stabes benutzte Plattenelektrode die Schliessung des Stromes auch auf anderen Körpertheilen ausserhalb des Bades (Stirn, Nacken, obere Sternalgegend u. s. w.) vermitteln.

Obwohl die sonstigen Uebelstände, welche mit dem Gebrauche von Metallwannen verbunden sind (Entstehung galvanischer Nebenströme und Polarisation) bei der monopolaren Form des hydroelektrischen Bades nur wenig hervortreten, so ist doch aus leicht ersichtlichen Gründen Wannen aus einem nichtleitenden Material auch hier der Vorzug zu geben. Ob Holz-, Cement-, Porcellan- oder Kachelwannen, ist an sich vollkommen gleichgiltig. Soll der Flüssigkeit ein deren Leitungsfähigkeit erhöhender Zusatz, z. B. Salz oder Säure, gemacht werden (was übrigens im Allgemeinen ziemlich belanglos), so sind ohnehin Metallwannen meist unvortheilhaft; für Soolzusätze empfehlen sich Holz- oder Kachelwannen, für Säurezusätze besonders die letzteren. Zweckmässig ist es, sowohl Metall- wie Holzwannen mit einem Firnissüberzuge und mit isolirenden Füssen zu versehen, oder sie wenigstens durch eine Wachstuch- oder Gummi-Unterlage vom Fussboden möglichst zu isoliren. Grösse und Füllung der Wannen sind durchaus wie im gewöhnlichen Warmbade; man lasse den Körper möglichst tief (bis dicht an den Hals) eintauchen, namentlich im monopolaren galvanischem Bade, um so nahezu die ganze Körperoberfläche unter den Einfluss des im Wasser befindlichen Pols zu bringen. Die Temperatur sei die des indifferent warmen Bades (35—38° C.), wo nicht etwa besondere, eine höhere oder niedrigere Temperatur erheischende Indicationen vorliegen. Die Badedauer variirt zwischen 15 und 60 Minuten (in manchen Fällen auch wohl noch darüber). — Der Kranke kann sich nackt oder auch mit einem weiten Badehemd oder dgl. versehen im Bade befinden.

Was die Stromquellen betrifft, so muss, wie gesagt, für das monopolare faradische und galvanische Bad jeder nicht allzuschwache Inductionsapparat, jede leistungsfähige stationäre oder transportable Batterie von ca. 20—40 Elementen

genügen. Allmäliges Ein- und Ausschleichen des Stromes ist in zahlreichen Fällen geboten und auf die gewöhnliche Art zu vollziehen. Man nehme, falls nicht besondere Indicationen für ungewöhnlich starke oder schwache Ströme bestehen, die Stromstärke durchschnittlich dem Empfindungsminimum im Bade entsprechend; indem man also beim faradischen Bade, unter Benutzung des secundären Inductionsstromes, denjenigen Rollenabstand ermittelt, wobei eben merkliche Sensationen von Prickeln, Ziehen u. s. w. in den eingetauchten Gliedern entstehen (oder auch, durch geringe Annäherung der Spiralen darüber hinaus, die Mitte zwischen Empfindungs- und Schmerzminimum). Gewöhnlich handelt es sich hier, wie wir sahen, ziemlich genau um die nämliche Stromstärke, welche auch ausserhalb des Bades bei Prüfungen der faradocutanen Sensibilität an empfindlicheren Hautstellen (Fingerspitzen) eben merkliche Empfindung, resp. Schmerzempfindung hervorruft. Man mache ferner die Probe an sich selbst durch Eintauchen der einen Hand in das Wasser und Berühren der Nebenelektrode ausserhalb des Bades mit der anderen Hand, wobei sich ein minimales Gefühl an einer oder an beiden Berührungsstellen entwickelt. — Im galvanischen Bade sei die Stromstärke ebenfalls durchschnittlich eine solche, dass minimale Empfindungen, sei es an den eingetauchten Theilen, oder ausserhalb des Bades in der Nähe der Nebenelektroden entstehen; dass ferner bei Stromwendung oder Schliessung höchstens eine minimale Zuckung in den unter directem oder indirectem Einflusse der Kathode stehenden Körpertheilen ausgelöst wird, Gewöhnlich dürfte hierzu eine Stromstärke von 5—7 M. W. am meisten geeignet sein. Man bestimme auf bekannte Weise die Nadelablenkungen, welche am Galvanoskop einer solchen Stromstärke entsprechen. Da, wie wir gesehen haben, die Stromstärke während des galvanischen Bades aus verschiedenen Ursachen, durch secundäre galvanische Ströme und Polarisation, Vergrösserung des Körperwiderstandes u. s. w. merklich abnehmen kann, so muss dieselbe auf geeignete Weise, sei es durch Vermehrung der Elementenzahl oder, falls ein Rheostat zu Gebote steht, durch Einschaltung grösserer Widerstände in der Nebenschliessung, von Zeit zu Zeit regulirt und überhaupt möglichst unverändert erhalten werden.

Handelte es sich darum, eine Combination des faradischen Bades mit dem galvanischen vorzunehmen (farado-galvanisches Bad), so müsste, falls nicht besondere Einrichtungen für diese Stromcombination an dem Apparatentische der Batterie existiren, die secundäre Rolle des Inductors in den galvanischen Stromkreis derartig eingeführt werd en, dass der Oeffnungsinductionsstrom mit dem galvanischen Strom in gleicher Richtung fliesst. — Vgl. übrigens die Bemerkungen im vorigen Abschnitt, pag. 84.

Will man sich der dipolaren Badeform bedienen, so sind Metallwannen ganz zu verwerfen, einmal der hierbei in viel stärkerem Masse entstehenden secundären Ströme und Polarisation wegen — sodann wegen des, wie wir gesehen haben, ziemlich ungünstigen Verhältnisses zwischen dem Widerstande der Badeflüssigkeit und dem des als Nebenschliessung eingeschalteten Körpers, welcher letztere unter allen Umständen nur von einem relativ geringen Theile des Gesammtstromes — dessen absolute Stärke dabei allerdings eine grössere ist als im monopolaren Bade — getroffen wird. — Aber auch, wenn Wannen aus nichtleitendem Material zur Anwendung kommen, werden die obigen Uebelstände nicht ganz vermieden, und geht, wie wir sahen, nur ein immerhin erheblich kleinerer Theil des Gesammtstromes durch den Körper, und dieser überdies in höchst wechselnder, fast unberechenbarer Vertheilung und Dichtigkeit, welche u. A. durch die Lageverhältnisse der Elektroden, deren Gestalt und Grösse u. s. w. wesentlich alterirt wird. Es sind daher hier ganz andere stromliefernde Apparate und complicirtere stromzuführende Vorrichtungen erforderlich. Was die Stromquellen anbetrifft, so müssen dieselben möglichst bedeutende elektromotorische Kraft mit möglichst geringem inneren Widerstande vereinigen. Für das faradische Bad empfiehlt sich hier vorzugsweise der primäre Inductionsstrom von eigens für diesen Zweck hergestellten Spiralen von ungefähr 300 Windungen aus sehr dickem (ca. 2 Mm.) Draht und mit ca. 1 Zoll dickem Eisenkern; als Motor derselben dienen 4 grosse Grenet'sche (Tauch-) Elemente, oder eine Noë'sche Thermosäule von 25 Elementen (Stein).

Für das galvanische dipolare Bad sind die gewöhnlichen Siemens'schen Elemente der stationären Batterien, ihrer geringen elektromotorischen Kraft und des bedeutenden Widerstandes wegen, nicht zu gebrauchen, oder sie müssen in sehr grosser Anzahl (60—100) zur Verwendung kommen, Weit zweck-

mässiger sind auch hier Grenet'sche oder die in der Telegraphie gebräuchlichen Calloud'schen Elemente (mit Bleiplatte an Stelle des Kupfers); auch die sog. Leclanché-Elemente, von welchen 40—60 in der Regel genügen. — Die Zuleitung muss durch möglichst grosse, aus gleichem Metall (Zink, Kupfer, Zinn) oder gleicher Metallcomposition hergestellte Platten bewirkt werden, welche an verschiedenen Stellen der Wanne auf geeignete Weise angebracht und befestigt sein müssen. Da nämlich die Dichte des Stromes im Körper und in den einzelnen Körpertheilen von deren Annäherung an die Elektroden, sowie auch von Form und Grösse der letzteren wesentlich abhängt, so erheischen diese Verhältnisse hier eine besonders sorgfältige Berücksichtigung. Wenn bei hinreichend starkem Gesammtstrom der Körper sich in minimalem Abstande von den Elektroden befindet und letztere selbst ziemlich klein sind, so kann, wie wir gesehen haben, der Strom in den nächstangrenzenden Körpertheilen eine sehr unangenehme, fast unerträgliche Dichtigkeit erlangen, während dagegen bei weiterem Abstande des Körpers von den Elektroden und ansehnlicher Grösse der letzteren überhaupt gar nichts gefühlt wird (vgl. den Abschnitt über allgemeine Methodik, p. 23 ff.) Man kann sich hiervon durch Eintauchen der eigenen Hände und deren allmälige Annäherung an die beiden Elektroden leicht Kenntniss verschaffen. — Es werden daher die Elektroden, von einander isolirt, sei es an entgegengesetzten Enden (Kopf- und Fussende) oder einander gegenüber an beiden Seitenwänden der Wanne, am besten beweglich und verstellbar, angebracht und sie erhalten die Form grosser, ziemlich hoher und beträchtlich schmälerer Platten von ca. 20—40 Ctm. Länge, 12—18 Ctm. Breite, welche an ihrem oberen oder unteren Rande eine Klemme zur Aufnahme des Metallendes der (mit schützendem Gummiüberzuge versehenen) Leitungsschnur tragen. Das Weitere ist sehr variabel. Man kann der einen Elektrode die Form einer grossen, aus Zink oder Kupfer u. s. w. bestehenden Fussplatte geben, welche sich am Fussende der Wanne befindet und durch eine Hebelvorrichtung gesenkt oder aufgerichtet, somit schräg oder mehr vertical gestellt, dem Fussende des Badenden mit ihrer Oberfläche beliebig genähert oder von demselben entfernt wird. Eine entsprechende Vorrichtung (stellbare Kopf- oder Rückenplatte) kann sich am entgegengesetzten Ende, dem Kopfende

der Wanne befinden. Gewöhnlich werden jedoch in verschiedenen Abständen von einander in die Wandungen der zu diesem Zwecke am besten aus Holz bestehenden Wanne selbst unbewegliche Elektrodenplatten von der angegebenen Grösse eingelassen, welche, indem die sie überziehende innere Wand der Wanne von zahlreichen grösseren Oeffnungen durchbrochen ist, mittelst der letzteren mit der Badeflüssigkeit in Communication gesetzt und von derselben umspült werden. Es kann auch in eine Metallwanne eine innere Holzwanne eingesetzt werden, welche als Trägerin dieser Platten benutzt wird. Man ist bei den meisten neuerdings in Curorten u. s. w. eingerichteten Bädern in der Regel noch weiter gegangen und hat ein vollständiges System solcher Platten in die Wandungen der Wanne eingelassen, welche einzeln oder mehrfach mit der Batterie in Verbindung gesetzt und zu beliebiger Localisation des elektrischen Stromes im Bade benutzt werden sollen. Obgleich, wie wir gesehen haben, letzteres Ziel an sich von sehr zweifelhaftem Werthe und seine Erreichung auf dem angegebenen Wege überdies ziemlich unsicher ist, so wollen wir auf die constructiv ja sehr sinnreichen und zum Theil wohl verwendbaren Einrichtungen dieser Art doch einen Blick werfen. Ein schematisches Bild derselben giebt uns die angehängte Tafel 1, in welcher Form diese Einrichtungen u. A. von dem Fabrikanten W. A. Hirschmann in Berlin mehrfach hergestellt wurden.[34])

In der Badewanne (Holzwanne von 1·40 M. Länge und ca. 0·70 Breite) sind im Ganzen acht mit den nöthigen Batterieverbindungen versehene Platten angebracht, von je 40 Ctm. Höhe auf 12 Ctm. Breite, welche als Kopfplatte, Schulterplatten (rechts und links), Hüftplatten (ebenso), Knieplatten (ebenso) und Fussplatte bezeichnet werden. Diese Platten communiciren, wie angegeben, mittelst grösserer rundlicher Oeffnungen in der inneren Holzverkleidung der Wanne mit der Badeflüssigkeit. Ihre Verbindungsdrähte (die linksseitigen und rechtsseitigen sind in der Zeichnung durch verschiedene Ausführung angedeutet) führen zu den Apparaten, welche sich auf dem an beliebiger Stelle des Zimmers placirten tragbaren Apparatenkasten (vgl. pag. 101)

---

[34]) Bei einem neueren, zur Zeit auf der Hygiene Ausstellung in Berlin befindlichen Modell desselben Fabrikanten ist auf meine Veranlassung die Zahl der Platten auf vier, Kopf-, Fuss- und zwei Seitenplatten, vermindert. Auch sind Vorrichtungen getroffen, vermöge deren man entweder unter Verwendung dieser Platten das Bad als dipolares — oder unter Ausschliessung derselben als monopolares benutzen kann (im letzteren Falle kann die äussere Metallwanne selbst den einen Zuleitungspol bilden); ferner Vorrichtungen zur elektrischen Douche u. s. w. —

befinden. Von diesen Apparaten ist ganz zur linken in Tafel 1 der Stromwechsler (Stromalternator), welcher durch Einstellung einer Kurbel bei S. die Zuleitung des secundären Inductionsstromes, bei C. die Zuleitung des constanten Stromes zum Bade ermöglicht. Die beiden im oberen Theile der Zeichnung befindlichen Kurbeln und die im Halbkreise stehenden Knöpfe Ko. S. H. Kn. rechterseits, F. Kn. H. S. linkerseits dienen zur Auswahl und beliebigen Einschaltung der einzelnen Platten; Ko. der Kopf-, F. der Fussplatte, die übrigen der seitlichen Schulter-, Hüft- und Knieplatten. Wird z. B. die linke Kurbel auf S., die rechte ebenfalls auf S. eingestellt, so tritt der Strom durch die linke Schulterplatte ein (diese ist — bei Normalstellung des Commutators — Anode), während er durch die rechte Schulterplatte (Kathode) austritt. Hierbei ist natürlich die Meinung, dass der Strom in der angegebenen Richtung ausschliesslich oder doch in grösster Dichtigkeit den Körper durchfliesse und somit locale therapeutische Effecte in den vorzugsweise getroffenen Körpertheilen hervorrufe. — Mittelst der beiden darunter in der Zeichnung ersichtlichen Stöpselapparate kann man nun aber auch mehrere Platten gleichzeitig auf einer oder auf beiden Seiten in leitende Verbindung bringen. Die Stöpselapparate rechts und links sind in derselben Weise wie die obigen knopfförmigen Contacte bezeichnet; stöpselt man also z. B. links bei Ko. und S., rechts bei F. und Kn., so tritt der Strom durch die Kopf- und linksseitige Schulterplatte ein, während er durch die Fuss- und rechtsseitige Knieplatte wieder aus der Badeflüssigkeit austritt.

Es liegt auf der Hand, dass diese Einrichtungen keineswegs unbedingt zu verwerfen sind, da sie ja auch für Zwecke des monopolaren Bades benutzt werden können (obwohl hier die Vielzahl der Platten meist überflüssig), und da ja in gewissen Ausnahmefällen auch, wie wir gesehen haben, es wünschenswerth sein kann, eine Durchströmung des Körpers nach bestimmten Hauptrichtungen — analog den p. 67 ff. beschriebenen Froschversuchen — zu Heilzwecken zu erstreben. Andererseits aber ist es bei der gänzlichen Verschiedenheit der Widerstandsverhältnisse des menschlichen Körpers und bei den wohl als sehr gross anzunehmenden Differenzen, welche der Leitungswiderstand der menschlichen Haut an den einzelnen Körperregionen darbietet, doch überaus fraglich, ob wir in der That auch nur annähernd mit ähnlicher Gewissheit wie bei den Froschversuchen darauf rechnen können, den Strom in vorzugsweiser Stärke und Dichte in vorgeschriebenen Richtungen, je nach Auswahl der Elektrodenplatten durch den Körper zu dirigiren. — Ueberdies ist nicht zu vergessen, dass durch Anbringung zahlreicher, grosser, mit der Badeflüssigkeit communicirender Metallplatten die Entstehung von secundären Strömen und Polarisation wesentlich begünstigt, die Stärke des ursprünglichen Stromes daher unter Umständen sehr beträchtlich herabgesetzt wird.

Würde aber selbst der erstrebte Zweck, den Strom in der Hauptrichtung zwischen den gewählten Elektroden den Körper durchfliessen zu lassen, hierbei in vollkommener Weise erreicht, so würde es sich dabei doch immerhin, was die damit erzielte elektrische Localbehandlung anbetrifft, nur um ein ziemlich rohes und unwissenschaftliches Verfahren gegenüber den so unendlich feineren und präciseren Methoden der Localisation ausserhalb des Bades handeln. Wenn wir bedenken, dass hierbei der Strom in ganz vager und unbestimmter Weise den Schulter-, Hüft-, Kniegegenden u. s. w., dem Kopf- oder Fussende des Körpers zugeführt werden soll, so können wir uns doch kaum vorstellen, dass hiermit den speciellen Indicationen localisirter Faradisation oder Galvanisation in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle wirklich genügt werde. Es dürfte hier vielmehr die nach bekannten Principien geübte Methodik der gewöhnlichen percutanen Faradisation und Galvanisation — eventuell unter Zuhilfenahme elektrischer Localbäder (Verlängerung oder Verbreiterung der Elektroden durch Eintauchen derselben in warmes Wasser; vgl. pag. 87 ff.) — fast allenthalben den Vorzug verdienen. — Will man aber eine wirklich diesen Namen mit Recht tragende „elektrische Localbehandlung im Bade" instituiren — etwas vom „elektrischen Bade" dem Wesen nach eigentlich ganz verschiedenes! — so möge man für diesen Zweck die gewöhnlichen Elektroden in der gewöhnlichen Art und Combination anwenden; oder auch nur eine derselben im Bade an der für die Localwirkung gewählten (der „differenten") Stelle in geeigneter Weise unmittelbar appliciren.

Stein bedient sich zur „örtlichen Stromapplication" im elektrischen Bade seiner „Schaufelelektrode", d. h. einer mit vernickelter Kupferplatte versehenen grossen Elektrode von im Allgemeinen schaufelförmiger Gestalt; dieselbe hat einen isolirten Griff von Hartkautschuk, auf welchen Kupferplatten von verschiedener Grösse (1—10 Quadratdecimeter Fläche) angeschraubt werden können und steht an ihrem entgegengesetzten Ende mittelst einer Klemmschraube mit dem stromzuführenden Batteriedrahte (in der Regel dem positiven) in Verbindung. Der Operateur taucht die Schaufel in das Wasser und nähert sie allmälig der Körperoberfläche des Badenden, um sie abwechselnd wieder zu entfernen; wobei der Strom (durch die nach Art eines Wasserrheostaten wirkende interponirte Wasserschicht) im Körper abwechselnd verstärkt und wieder abgeschwächt wird. — Eine Anschwellung und Abschwellung der Ströme während des Bades ist auf diese Weise — wie durch stellbare Elektroden auch in beliebig anderer Form — bequem zu erzielen.

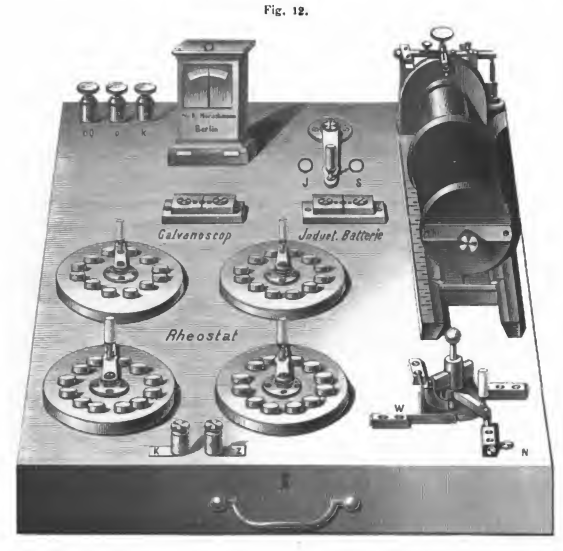
Es sei hier gleich noch kurz zweier anderweitiger Verfahren gedacht, welche von Stein ebenfalls mit dem elektrischen Bade in Verbindung gebracht und innerhalb desselben geübt werden: nämlich der sogenannten elektrischen Massage und der elektrischen Douche. Die erstere wird mittelst der von Stein[35]) angegebenen, 10 Ctm. langen, 3 Ctm. dicken Kohlenrolle („Massirrolle") — oder besser mit einer ähnlichen, aus Metall hergestellten und mit Leinwand umwickelten Rolle, wie sie W. A. Hirschmann anfertigt — vollzogen, indem diese Rolle, mit dem positiven Pole des Inductionsapparates oder der Batterie in Verbindung gebracht und gut angefeuchtet, unter festem Drücken und Streichen auf der Hautoberfläche des Badenden hin und her geführt wird. Es ist hier nicht der Ort, über die Vortheile dieser „faradischen" und „galvanischen" Massage — welche ich ausserhalb des Bades vielfach mit Nutzen angewandt habe — zu sprechen; ihre Combination mit dem elektrischen Bade kann unter Umständen ja ebenso von Werth sein, wie die auch hier und da (u. A. von Ziemssen in Wiesbaden) empfohlene Combination der Massage mit dem einfachen Thermal- oder Mineralbade. — Die elektrische Douche wird nach Stein mittelst eines Schlauches in der Weise vorgenommen, dass die negative Elektrode vom Badewasser gebildet wird, während die positive Strömung mit dem metallischen Ansatz des Schlauches, durch welchen ein Kupferdraht geht, verbunden ist. Die Wasserstrahlen dürfen bei dieser Application nicht zu lang sein, d. h. nicht in allzu grosser Entfernung von der Doucheöffnung den Körper treffen, weil der Widerstand der interponirten Wasserschicht sonst zu gross würde (nach einigen von mir gemachten Versuchen kann man unter Umständen noch auf $1^1/_2$ Fuss Entfernung und darüber recht kräftige Wirkungen bekommen). Der Effect der elektrischen Douche ist eine sehr intensive örtliche Hautreizung, deren Effecte mit denen einer starken faradischen Pinselung, der faradischen Moxe u. dgl. in Parallele gestellt werden können. — Statt der Strahldouche kann, wie ich mich überzeugt habe, auch eine Regendouche in ganz ähnlicher Weise und aus noch grösserer Entfernung mit Vortheil benutzt werden.

Wie die Gesammteinrichtung einer Anstalt für hydroelektrische Bäder, resp. einer Anstalt, in welcher neben elektrischen Bädern und Bädern jeder Art die Elektricität auch in der Form der gewöhnlichen Localbehandlung zur Anwendung kommen soll, ungefähr zu denken ist, zeigt Tafel 2: Durchschnitt einer derartigen Anstalt, nach einem von W. A. Hirschmann angefertigten Entwurfe, welcher zu seinem Verständnisse wohl keine weitläufige Erklärung erfordert. Die Batterien für Inductions- und constante Ströme sind dabei als in einem Souterrainraume der Anstalt befindlich gedacht, während sich in den oberen Stockwerken derselben theils Kranken-, theils Baderäume befinden können, in welchen allen durch an der Wand befindliche (mit K, J, Z bezeichnete) Einmündungsstellen die Drahtverbindung mit beiden Batterien (K und Z, Kupfer-

[35]) L. c. pag. 13.

und Zinkpol; I = Inductionsstrom, indem für diesen auch die mit K bezeichnete Verbindung mitbenutzt wird) hergestellt ist. Ein tragbarer Apparatenkasten (Fig. 12) kann in sämmtlichen Zimmern auf einem beliebigen Tische aufgestellt und mit diesen Batteriedrähten in Verbindung gesetzt werden. Er enthält Galvanoskop, Stromwender, Rheostat (Kurbelrheostat mit 60 Contacten und 5000 Siem.-Einheiten), Schlitteninductorium, ausserdem eventuell die pag. 98 beschriebenen Apparate zur Einschaltung

Fig. 12.




beliebiger Zuleitungsplatten und zur abwechselnden Benutzung des inducirten oder constanten Stromes. Von zwei Klemmen, K und Z, gehen die Leitungsschnüre aus, durch welche der Strom den Haupt- und Nebenelektroden — resp., bei Gebrauch der dipolaren Badeform, den innerhalb der Wanne angebrachten Elektrodenplatten (Taf. 1) — zugeführt wird. Natürlich lassen sich alle diese Vorrichtungen, namentlich der tragbare Apparatenkasten, auch ganz in derselben Weise für jede beliebige Art der

Elektrisation ausserhalb des Bades (z. B. bei im Bett liegenden Kranken, wie im Zimmer des ersten Stockwerkes links angedeutet) mit Vortheil benutzen.

Dass elektrische Bäder nicht ohne ärztliche Anordnung und Aufsicht genommen werden sollten, versteht sich wohl für den einsichtigen Beurtheiler von selbst. Insbesondere gilt dies, mit Rücksicht auf die vielfachen früher besprochenen Eigenthümlichkeiten und Differenzirungen der Wirkung, vom galvanischen Bade. Doch auch beim faradischen Bade würde durch ein Zuviel der Stromstärke, ein Zulange des Bades u. s. w. unter Umständen geschadet — durch ein Zuwenig jedenfalls der angestrebte Zweck unvollkommener erreicht werden. Dies gilt freilich im Grunde von allen differenteren Badeformen und schliesslich von allen differenten Mitteln überhaupt; doch machen die mannigfaltigen Technicismen, welche mit der Anwendung des hydroelektrischen Bades verknüpft sind, eine stetige Ueberwachung oder selbstthätige Handhabung durch sachverständige ärztlich geschulte Personen ganz besonders erforderlich. In der Unentbehrlichkeit einer derartig geleiteten und sachverständiger Controle unterworfenen Ausführung der hydroelektrischen Bäder liegt natürlich eine grosse praktische Schwierigkeit — aber zugleich auch die alleinige Gewähr einer von wissenschaftlichem Geiste getragenen Verwerthung derselben und eines erfolgreichen therapeutischen Wirkens.

## Literatur.


Kabat, Versuche über die Anwendung von Galvanomagnetismus unter Beihilfe des Wassers bei der Behandlung von Augen- und einigen anderen Krankheiten (in russischer Sprache). Petersburg 1844.

Vergnès und Poey, Compt. rend. de l'Acad. 1855, pag. 235; Gaz. méd. de Paris 1855, Nr. 16.

Meding, Tageblatt der 32. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Wien 1856, Nr. 7, pag. 150.

Féré, Compt. rend. 1866 (LXII), pag. 453.

Bouillon-Lagrange, Du bain hydroélectrique, thèse. Paris 1868.

Chapot-Duvert, Bull. de thér. 15. Juni 1871.

Barth, Petersburger med. Zeitschrift 1882, Nr. 6, pag. 520.

F. Fieber, Das elektrische Bad in Wien. (Separat-Abdruck aus der österreichischen Badezeitung.) 1874.

Schweig, New-York med. record. 15. Dec. 1874, — ibid. 1876, Nr. 4.

Weisflog, Deutsches Archiv für klin. Medicin 1876 (XVIII), pag. 371; Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte 1877 (VII), Nr. 4.

Weisflog, Die beginnende chronische Lungenschwindsucht und ihre Heilung auf hydroelektrischem Wege. Zürich 1879.

Domansky, Przeglad Lekarski 1879, Nr. 9 und 10.

Const. Paul, Progrès médical 1880, Nr. 34; Bull. gén. de thér. 15. September 1880.

Seeligmüller, Centralblatt für Nervenheilkunde 1881, Nr. 12, pag. 268.

Ischewsky, Wratsch 1882, Nr. 5.

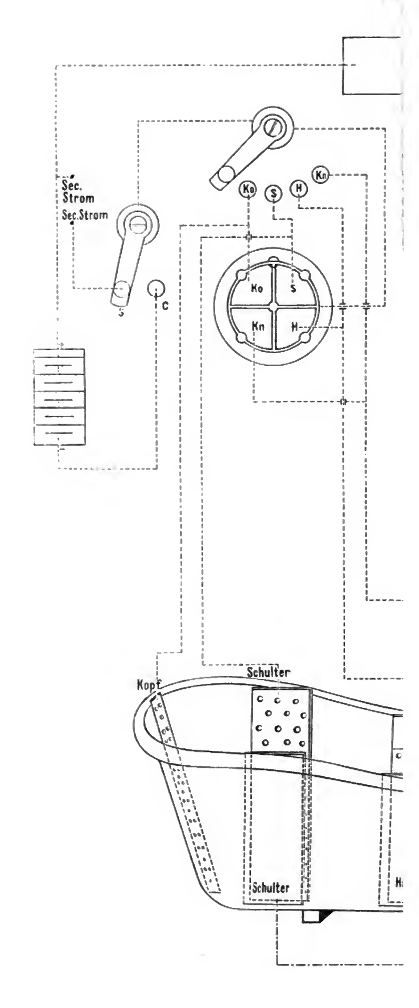
Stein, Die allgemeine Elektrisation des menschlichen Körpers. Frankfurt am Main 1882. 2. Aufl. 1883.

A. Eulenburg, Neurologisches Centralblatt 1883, Nr. 6.

Holst, Die Behandlung der Hysterie und Neurasthenie. Stuttgart 1883.

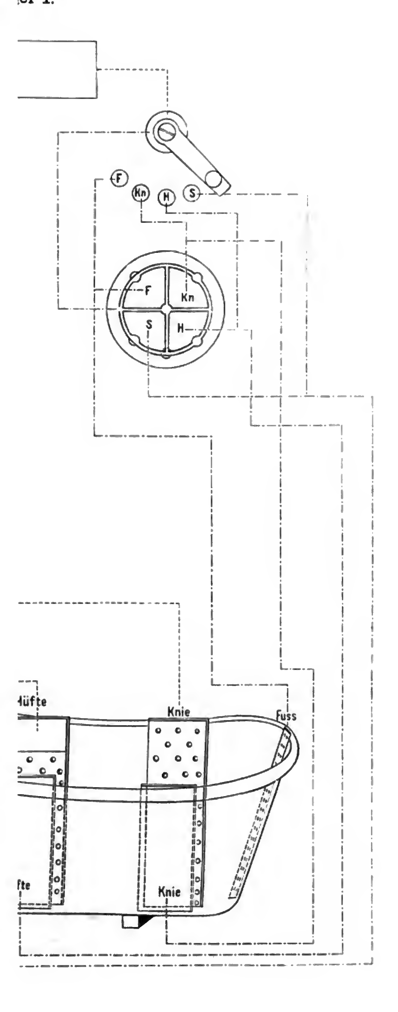

Druck von Gottlieb Gistel & Cie., Wien, Augustinerstrasse 12.

Ta

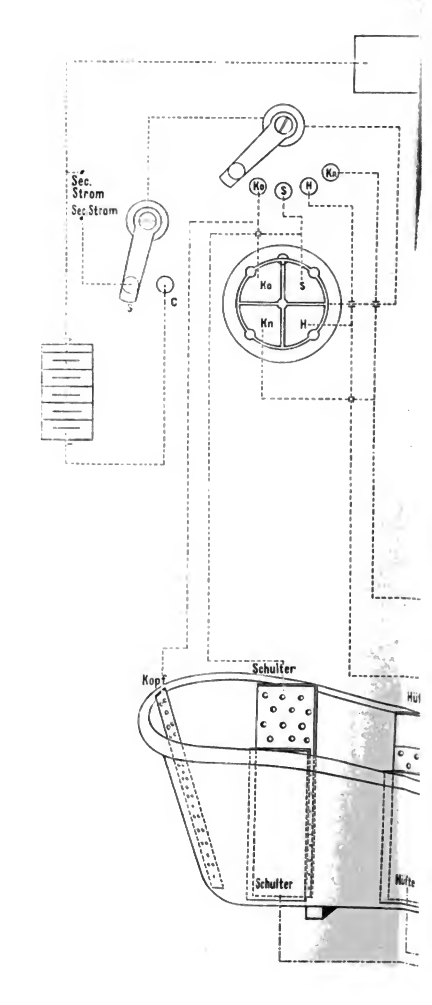


Sec.
Strom
Sec.Strom
s
C
Ko
S
H
Kn
Ko
S
Kn
H
Kopf
Schulter
Schulter

fel I.

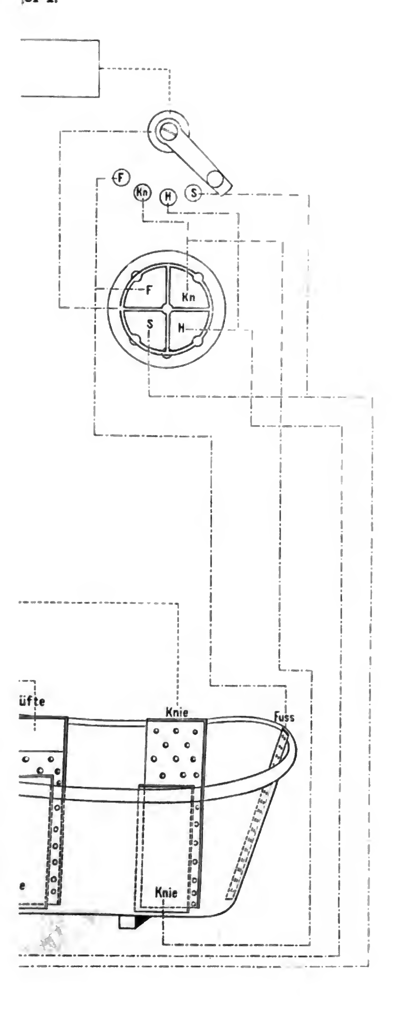


Ta

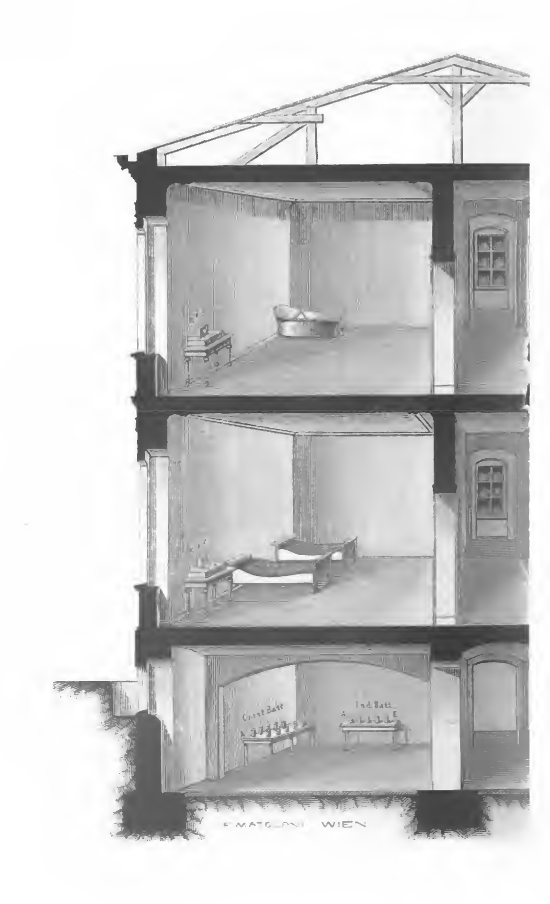


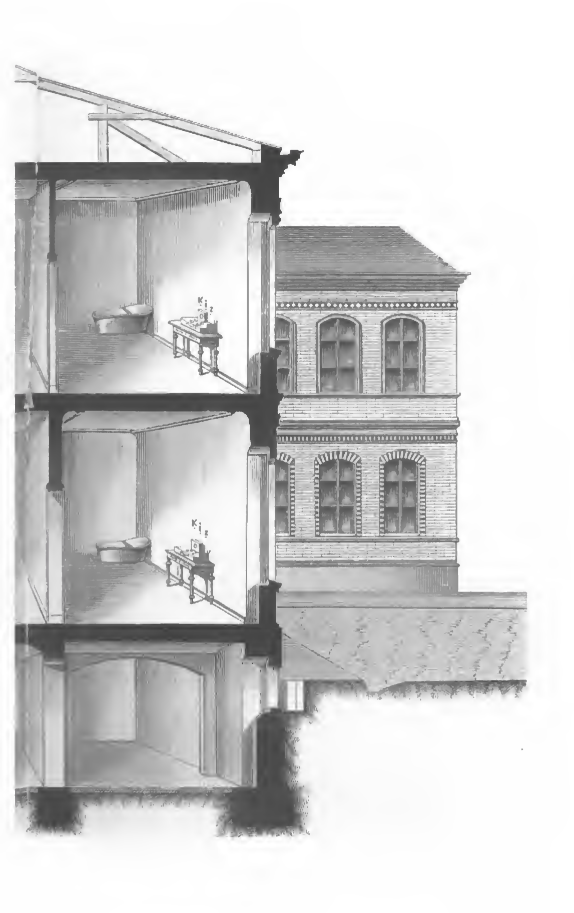
Sec.
Strom
Sec. Strom
S
C
Ko
S
H
Kn
Ko
S
Kn
H
Kopf
Schulter
Schulter
Hüfte

fel I.



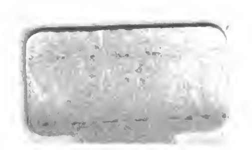
Tafel II.











22.O.203.
Die hydroelektrischen Bader; kr1883
Countway Library BET0318
3 2044 045 995 651